

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

**А.Я.ГАЕВ, В.Г.ГАЦКОВ, В.О.ШТЕРН,
Л.М.КАРТАШКОВА**

ГЕОЭКОЛОГИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЕЙ

Рекомендовано Ученым советом Государственного образовательного учреждения
«Оренбургский государственный университет» в качестве учебного пособия для
студентов строительных и технических специальностей, обучающихся по
программам высшего профессионального образования

Оренбург 2004

ББК 28.08
Г 13
УДК 502:504.06

Рецензент

Заслуженный эколог РФ, доктор геолого-минералогических наук, профессор
В.Н. Быков.

**Г 13 Гаев А.Я., Гацков В.Г., Штерн В.О., Карташкова Л.М.
Геоэкология для строителей: Учебное пособие для студентов
строительных и технических специальностей. – Оренбург: ГОУ
ВПО ОГУ, 2004. - 313 с.**

ISBN 5-7944-0190-7

Излагаются основные геоэкологические проблемы при строительстве и эксплуатации автомобильных дорог, зданий и сооружений в связи с решением задач по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов: атмосферного воздуха, природных вод, земельных ресурсов, литосферы, борьбы с шумом и вибрациями. Рассматриваются геоэкологические вопросы, связанные с особенностями технологии эксплуатации автомобильных дорог. Приводятся задания, выполнение которых позволяет улучшить подготовку и овладение способами средоохранного проектирования, ускорить усвоение студентами программного материала. Учебное пособие предназначено для студентов строительных специальностей, обучающихся по программам высшего профессионального образования по геоэкологическим дисциплинам. Учебное пособие содержит словарь с терминами и понятиями по геоэкологии, который значительно облегчает усвоение материала.

ББК 28.08

ISBN 5-7944-0190-7

© А.Я. Гаев, В.Г. Гацков, В.О. Штерн,
Л.М. Карташкова 2004
© ГОУ ОГУ, 2004

Введение

Производственная деятельность строителей тесно связана с использованием

минеральных ресурсов. До 75 % материальных ресурсов, которые используются в строительстве, добывается из недр. По выражению В.И. Вернадского, человек превратился в ведущую геологическую силу на планете и по масштабам и интенсивности воздействия на нее превосходит естественные факторы /104/. Процессы, протекающие в природной среде под воздействием производственной деятельности человека, академик А.Е.Ферсман /175/ назвал техногенезом. Именно эти геологические процессы, происходящие в верхней части литосферы, формируют геологическую среду /170/. Огромные масштабы и интенсивность процессов техногенеза заставили человечество пересмотреть принципы своего отношения к природе, сложившиеся исторически и ставившие своей целью безграничное использование природных ресурсов. Следование этим принципам не обеспечивает поступательное развитие общественного производства. Возникают локальные и региональные экологические кризисы, которые грозят перерасти в катастрофу. Это угрожает самому существованию на нашей планете вида *homo sapiens*.

В XXI столетии назрела необходимость разработки и внедрения принципиально новых подходов к природопользованию. Именно на экогеологических принципах должна базироваться разработка инженерных основ природопользования или инженерной экологии, изучающей взаимодействие общественного производства с природной средой. Внимание исследователей приковано к зонам влияния техногенеза и конкретных технологий, в пределах которых формируется новая функциональная система нообиогеоценозов /181/ с конкретной структурой, продуктивностью, санитарно-гигиеническими и иными параметрами, изменяющимися в пространстве и во времени в соответствии с изменениями технологии и технологических средств.

Рост заболеваемости людей тесным образом связан с неблагоприятными преобразованиями окружающей среды. По данным экспертов ООН, только от использования недоброкачественной воды на Земле ежегодно болеет около 800 млн человек. Ежегодно на планете растет волна заболеваемости СПИДом и только регистрируется около 6 млн случаев заболеваемости раком, из них около 700 тыс. - в США, где от рака ежегодно умирает 400 тыс. человек /14/.

В настоящее время важнейшей профессиональной задачей изыскателя и строителя является геоэкологизация производства и всей хозяйственной деятельности:

- четкая регистрация, оценка и картирование проявлений техногенеза в окружающей среде;
- создание новых технологий и технологических средств, обеспечивающих комплексное и эффективное использование природных ресурсов;
- сохранение качества окружающей среды в зоне влияния техногенных объектов;
- восстановление и повышение продуктивности сельскохозяйственных и рыбохозяйственных угодий в зоне влияния сооружений;
- обеспечение оптимального развития производства, промыслов и рекреации в пределах застраиваемой территории с учетом всей совокупности природных процессов и интересов живущих и будущих поколений.

По охране окружающей среды и природопользованию написано немало учебников, пособий и инструкций, появились справочники и словари /27, 28/. Тем не менее принципы экологизации и геологизации хозяйственной деятельности не получили должного освещения в литературе, хотя некоторые из них рассматриваются в геоэкологических курсах, читаемых в МГУ, ПГУ, ОГУ и ОГПИ /6,7,116/.

Учением о техногенезе и ноосфере должен овладеть каждый специалист. Ниже сформулированы основные задачи геоэкологической подготовки строителей и изыскателей, излагаются общие сведения об окружающей среде и о трансформации под влиянием хозяйственной деятельности людей. Вопросы экологизации и геологизации производства должны освещаться также в различных дисциплинах в соответствии с планом непрерывной экологической и геологической подготовки студентов разных специальностей.

В написании учебного пособия принимали участие профессор А.Я. Гаев, под научной редакцией которого выполнена работа. Совместно с ним работали над главами 1, 7, 9, и 10 В.Г. Гацков, В.О. Штерн и Л.М. Карташкова. В разработке вопросов геоэкологических аспектов планирования строительных объектов и освоения территории принимала участие З.С. Адигамова (главы 5, 8). Проблемами локализации загрязнения на основе использования барьерного принципа занимались Е.В. Кузнецова (главы 4, 8) и И.Н. Алфёров.

Техногенная трансформация окружающей среды увеличила на 60-90 % заболеваемость людей раком /14/. Повышенную заболеваемость раком вызывают хлорированные и не хлорированные органические вещества в питьевой воде. В результате научно-технического прогресса произошел резкий рост численности населения Земли, коренным образом изменилось воздействие человека на природную среду. Подверглись вырубке и сельскохозяйственному освоению сотни миллионов гектаров земли. Сотни тысяч квадратных километров земельных массивов нарушены (до 30 % суши) горными выработками или застроены, из недр на поверхность земли перемещаются миллиарды тонн полезных ископаемых, горных пород, соленых вод и рассолов; промышленность и транспорт сжигают огромное количество топлива, распыляют миллионы тонн разнообразных минеральных ресурсов. Природные запасы истощаются в результате их нерационального использования, приводящего к гигантским скоплениям отходов (отвалов пустых горных пород, шлаков, золы, шламов, некондиционных руд, мусора, разнообразных промышленных отходов и сточных вод). За последние полвека усилились процессы загрязнения всех компонентов окружающей среды, что превратило проблему охраны биосферы и окружающей среды в одну из важнейших на планете, наряду с проблемами сохранения мира, борьбы с терроризмом, голодом, алкоголизмом и наркотиками. Ф. Энгельс уже в XIX в. предупредил человечество: «Не будем, однако, слишком обольщаться нашими победами над природой. За каждую такую победу она нам мстит. Каждая из этих побед имеет, правда, в первую очередь те последствия, на которые мы рассчитывали, но во вторую и третью очередь совсем другие, непредвиденные последствия, которые очень часто уничтожают значение первых»/182, с. 495/.

Большинство населения планеты осознало катастрофический характер

современного этапа развития цивилизации, таящуюся в технологии опасность, которая не уступает опасности термоядерной войны. Остались в 50-х гг. смертоносные смоги Лондона, Лос-Анджелеса, Токио, Чикаго и других городов-гигантов, уносившие за 3-5 дней до 4,5 тыс. человеческих жизней. Борьба за экологически чистую технологию и окружающую среду приобрела политический характер, экологические требования включены в программы почти всех политических партий, возникло всемирное движение «зеленых». Средняя продолжительность жизни людей в развитых странах начала расти, объективно отражая экологические и социально-экономические условия жизни населения.

Руководители 179 стран мира, включая 100 президентов развитых и развивающихся стран, на Втором всемирном конгрессе по охране окружающей среды в Рио-де-Жанейро в 1992 году приняли концепцию устойчивого развития человечества в XXI веке. В условиях научно-технического прогресса этот документ заключает в себе безальтернативную стратегию выживания человечества. Впервые она была сформулирована В.И. Вернадским как стратегия создания сферы разума – ноосферы. Ноосфера – это не какая-то принципиально новая оболочка планеты. Под ноосферой Вернадский понимал новое состояние биосферы, в которой Человек благодаря своим технологиям превратился в ведущую геологическую силу на Земле /104/.

Более 70 % ресурсов человечество извлекает из недр Земли. Однако используется для получения материальных благ менее 11 % добываемого, а остальное, в виде отходов – отвалов некондиционных руд и пород, шламов, шлаков, золоотвалов, техногенных илов, рассолов и соленых вод сбрасывается или складывается на поверхности земли. Интенсифицируются геохимические процессы, в результате которых формируются техногенно опустыненные и загрязненные ландшафты. Вот почему геоэкология и экологические науки в целом приобретают сегодня исключительное значение.

Предметом исследований экологических наук о Земле и, прежде всего, геоэкологии и экологической геологии, служат закономерные изменения в окружающей среде, происходящие под влиянием естественноисторических и техногенных процессов. Под техногенными процессами или техногенезом понимаются новые геологические процессы, вызываемые деятельностью человека.

А.Е. Ферсман /175/ выделил три вида техногенеза:

- 1) извлечение минерального сырья из недр на поверхность земли;
- 2) перемещение этого вещества на поверхности земли;
- 3) инженерная и сельскохозяйственная перегруппировка на земной поверхности, предполагающая применение химических технологий.

Геохимик А.Е. Ферсман хотя и понимал под техногенезом геологические процессы, вызванные хозяйственной деятельностью человека, но рассматривал их преимущественно с геохимических позиций, с позиций миграции химических элементов в геосферах Земли. Именно он впервые наметил техногенные циклы миграции химических элементов в отличие или в дополнение к природным. А.Е. Ферсман наметил основные направления учения о техногенезе, установил важнейшие законы и разработал методологию исследований. Он подробно

рассмотрел проблемы, связанные с сельскохозяйственной деятельностью человечества, показав соизмеримость объемов геологической деятельности людей с природными геологическими процессами. Если реки земного шара выносят в океан 15 км³/год взвешенных и растворенных соединений, то только при распашке почв и эксплуатации дорог образуется не меньше пыли. А.Е. Ферсман выделил три основных типа техногенеза:

- 1) направленный к уменьшению свободной энергии с выделением тепловой, световой и химической энергии и с образованием устойчивых соединений (сжигание топлива, окисление сульфидов и пр.);
- 2) приводящий к поглощению энергии и образованию неустойчивых систем, обогащенных свободной энергией (выплавка алюминия, магния, никеля, кобальта и других металлов, не встречающихся в биосфере в самородном состоянии);
- 3) образующий наиболее стойкие в химическом, термическом и механическом отношении соединения, полученные из четных элементов, приуроченных к пикам кривых кларков. Ядра этих элементов построены по типу 4q (Ca, Mg, Fe, O, Si, отчасти S).

В.И. Вернадский, читая лекции в Сорбонне, уже в 1926-1927 гг. четко сформулировал идеи ноосферы и показал ведущую геологическую роль хозяйственной деятельности человечества. В.И. Вернадский заложил фундаментальные основы учения о геологической деятельности как "живого вещества", так и вида *homo sapiens* /104/.

Важнейшим этапом развития учения о техногенезе и ноосфере является факт выделения объектов исследования этого научного направления – геологической и географической среды. Под геологической средой, например, академик Е.М. Сергеев /166,170/ понимает "любые горные породы и почвы, слагающие верхнюю часть земной коры, которые рассматриваются как многокомпонентные системы, находящиеся под воздействием инженерно-хозяйственной деятельности человека, в результате чего происходит изменение природных геологических и возникновение новых антропогенных процессов, что, в свою очередь, вызывает изменение инженерно-геологических условий определенной территории". То есть, в дополнение к геохимическим представлениям А.Е. Ферсмана, Е.М. Сергеев выделяет и рассматривает геологические процессы, вызванные деятельностью человека с инженерно-геологических позиций, которые практически включают в себя и процессы пространственного перемещения горных пород и процессы, связанные с изменениями горных пород в объеме.

Нельзя не заметить, что те же процессы, которые мы вслед за А.Е. Ферсманом называем техногенезом, изучают и ландшафтоведы докучаевской школы: Б.Б. Полынов, А.И. Перельман, М.А. Глазовская и др. /121,122,163/. Они показали, как в результате хозяйственной деятельности людей природные ландшафты на большей части суши планеты превращаются в техногенные.

Здесь уместно показать связь и различия между понятиями техногенез и антропогенез. Греческое «anthropos» означает человек, а греческое «genesis» – возникновение, происхождение. Согласно энциклопедическому словарю, антропогенез — процесс историко-эволюционного формирования физического

типа человека, первоначального развития его трудовой деятельности, речи, а также общества. Учение об антропогенезе – раздел науки антропологии.

Технологии и техногенез существуют и проявляются в связи с человеком и с результатами его деятельности. Отделять человека от техногенеза некорректно и просто ошибочно, когда речь идет об отношениях между обществом и природой. Корректно говорить об антропогенном периоде, об антропогенных отложениях, содержащих останки человека, предметы его труда. Но когда речь идет о геологическом преобразовании среды под влиянием человеческой деятельности, немыслимой без технологий, то, по нашему мнению, единственно правильно говорить о техногенезе и инженерно-геологической, ландшафтной и прочей ее трансформации. Применять понятие "антропогенные геологические процессы" можно только на уровне сопоставления геологической роли первобытного человека с геологическим проявлением популяции обезьян, если в этом есть какой-либо смысл. В противном случае – это посягательство на терминологию антропологов и археологов, некорректное смешение антропологических понятий с экологическими.

Ведущую роль технологии в геологических и инженерно-геологических процессах видят вслед за В.И. Вернадским и А.Е. Ферсманом А.В. Сидоренко, Е.М. Сергеев, В.В. Ковальский, В.А. Ковда, Е.А. Лушников, А.А. Махорин, В.И. Осипов, В.Т. Трофимов, В.А. Королев, А.С. Герасимова и др. /105, 141, 150, 159, 172/. Существует определенный разнобой в терминологии, так как сегодня эти процессы изучаются и в атмосфере и в гидросфере, литосфере, в биосфере, в геологической и географической средах и т.д. То есть справедливо изучать техногенез в различных внешних геосферах и оболочках Земли и в различных средах: в атмосферном воздухе, в почвах, поверхностных и подземных водах, в грунтах и горных породах и т.д. При этом главной целью таких исследований служит влияние техногенеза на экосистемы через их экотоп, на биоценозы (растения, животные, микроорганизмы), нооценозы, самого человека и его здоровье. При решении вопросов охраны окружающей среды и живые, и косные ее компоненты должны рассматриваться с позиций их роли и участия в жизни биогеоценозов, экосистем и биосферы в целом. Экосистемного подхода справедливо придерживаются, например, гидрогеологи Н.И. Плотников, А.А. Карцев, М.С. Орлов, Е.В. Пиннекер, В.А. Кирюхин, С.Л. Шварцев, О.Н. Грязнов с соавторами, В.С. Самарина и др. /139, 164, 165, 169, 176, 184/. Они выделяют типы техногенеза и три главные проблемы экологической гидрогеологии:

- 1) охрану подземных вод от загрязнения;
- 2) охрану естественных запасов подземных вод от их истощения;
- 3) охрану окружающей среды от подтопления на застраиваемых территориях.

Ю.О. Зеегофер и др. /132/ применили ретроспективный анализ к процессам формирования геологической среды и выделили четыре основных вида техногенных преобразований: изменение рельефа, гидрогеологические изменения, изменения горных пород и условий тепломассопереноса. В.А. Королев и А.С. Герасимова рассматривают и классифицируют техногенные воздействия на геологическую среду: «Техногенными воздействиями называются различные по своей природе, механизму, длительности и интенсивности влияния,

оказываемые человеком на элементы геологической среды в процессе его жизнедеятельности и хозяйственного производства» /172/. Эти и ряд других крупных исследователей в области инженерной геологии и гидрогеологии (В.Д. Ломтадзе, Е.В. Пиннекер, В.Ф. Котлов, Д.Г. Зилинг, Н.И. Плотников, А.А. Карцев и др.) рассматривают не сами техногенные процессы, а только ту их сторону, которая активно воздействует на геологическую среду. Тем не менее, в их классификациях сделана попытка крупного обобщения при выделении классов и подклассов техногенных воздействий, которые фактически отнесены к важнейшим формам и рядам движениям материи (физическим, механическим, химическим и биологическим) /134, 144, 149, 164, 165/.

Попытки классифицировать источники и типы физического, химического, биологического и геологического техногенного воздействия предприняты А.Д. Жигалиным /131/. В своем обобщении он попытался систематизировать те подходы, которые четко прослежены в работах Е.М. Сергеева и В.Т. Трофимова, Ф.В. Котлова, М. Арну /94, 144, 145, 170, 172/. Совершенно очевидно, что когда перечисляются источники, типы и классы техногенных воздействий, одноименные формам, рядам и системам движения материи /7/, то речь идет о процессах техногенеза, хотя и освещаются отдельные стороны этих процессов. Наиболее детально техногенные воздействия рассмотрены В.Т. Трофимовым с соавтором /172/. Под типом техногенного воздействия понимаются процессы уплотнения и разуплотнения, разрушения и пр. Вид воздействия может быть статическим и динамическим, а разновидности могут быть временными и постоянными. Эти воздействия распространяются на все компоненты геологической среды: почвы, породы, воды, искусственные грунты и пр. Не меньший интерес представляют работы Г.А. Голодковской с соавторами /123/, в которых техногенные воздействия классифицируются не только по результатам и характеру воздействия, но, прежде всего, с учетом источника воздействия и видов деятельности.

Техногенные процессы рассматриваются различными авторами для объектов хозяйственной деятельности и для районов с различными условиями. Так, Е.А.Яковлев рассматривает эти процессы для районов деятельности АЭС; В.Ф.Котлов, В.И.Осипов с соавторами, А.Я. Гаев, Г.Н. Карпов – для городского и подземного строительства; Е.В.Пиннекер, Н.И.Плотников и А.А.Карцев – для решения гидрогеологических задач; Л.С.Гарагуля – для условий строительства в районах развития криолитозоны /8, 116, 144, 145, 156, 164, 165/. Большинство классификаций техногенных воздействий, факторов, процессов построены на конкретном материале и поэтому охватывают частные вопросы. Так, М.А. Глазовская /122/ с позиций элементарных геохимических ландшафтов подразделяет все факторы на 2 группы, связанные:

- 1) с изъятием вещества из ландшафта;
- 2) с привносом его в ландшафт.

Сегодня главный вред процессов техногенеза видится именно в загрязнении всех сред. С геохимических и геофизических позиций выделяются естественноисторические и техногенные циклы миграции и преобразования вещества и энергии на Земле. Эти циклы накладываются друг на друга и тесно

взаимодействуют. Техногенный цикл представляется как наложенный, дополнительный цикл, резко усиливающий миграцию химических элементов и преобразование вещества и энергии на планете. Человек в этом цикле представляется в качестве гигантского крота, извлекающего до 70-75 % всех используемых в хозяйстве материалов и энергетических ресурсов из недр. Если принять все извлекаемые из недр используемые материалы и энергию за 100 %, то еще 900 % человек извлекает на поверхность земли ненужных, неиспользуемых в хозяйстве горных пород, некондиционных руд, вод, рассолов, термальных вод флюидов и пр. Все эти вещества, синтезированные из них соединения и энергия, вовлекаются в геохимические и географические циклы миграции и преобразования. Наряду с усилением процессов рассеяния материи и энергии усиливаются и геологические процессы вторичного переотложения вещества и энергии (процессы седиментации, диагенеза, катагенеза и пр.). Повышенные концентрации химических элементов – загрязнителей поступают в природные воды, в том числе и питьевые, почвы, растительность, в пищевые цепи.

Одновременно с процессами загрязнения идут процессы самоочищения, или удаление компонентов загрязнителей из растворимой хорошо усваиваемой биосом фазы водных и почвенных растворов. Они переводятся в трудно растворимые соединения, не представляющие экологической опасности для растений, животных и человека.

Техногенез, как совокупность технологий, может характеризоваться простыми и сложными типами и классами, как научные дисциплины, их изучающие, может соответствовать формам, рядам и системам движения материи, энергии и информации. Простые классы техногенеза могут быть механическими, физическими, химическими, биологическими и более сложными - комплексными. Целесообразно выделять типы источников техногенеза и соответствующие им технологии. Этот вопрос нуждается в более глубокой самостоятельной проработке. Сегодня отчетливо выделяются следующие источники техногенеза: промышленные (с механическими, химическими, биологическими и комплексными технологиями), сельскохозяйственные (агрохимические, зоотехнологические), геотехнологические (проходка горных выработок, шахт, карьеров, буровых скважин с буровзрывными, добычными и пр. работами), военные, энергетические (ГЭС, ТЭС, АЭС, и пр.), водохозяйственно-гидротехнические (водозаборы, водохранилища, плотины, каналы, мелиоративно-ирригационные системы и пр.), коммуникационно-транспортные (в т.ч. и трубопроводный транспорт), урбанизационные или бытовые, лесохозяйственные, рекреационно-бальнеологические.

Источники или очаги техногенеза обуславливают определенные типы преобразования природной среды:

- сейсмо-геофизические, сопровождающиеся землетрясениями, провалами, изменениями физических и радиационных полей и пр.;

- инженерно-геологические со смещениями в пространстве огромных масс горных пород или с изменениями их параметров, объема, плотности, консистенции и пр.;

- геохимические, выражающиеся в техногенной метаморфизации химического состава, в загрязнении вод, почв, горных пород, растительности, пищевых цепей;

- биологические – выражаются в деградации и вымирании растений, животных, микроорганизмов, в разнообразных мутациях, особенно опасных в случае эпидемиологических ситуаций.

В случае неблагоприятных метеоусловий (НМУ), в обстановке стихийных бедствий или близкой к стихийным бедствиям, как то: землетрясения различной бальности, ливни, снегопады, тайфуны и пр., может произойти наложение природно-стихийных и техногенных процессов, что нередко приводит к непредсказуемым и катастрофическим ситуациям.

Источники (очаги) техногенеза и результаты его проявления необходимо более детально классифицировать с целью экологического картирования и создания систем экологического мониторинга.

В природной среде постоянно протекают естественные процессы. Они могут быть приурочены к различным отрезкам времени. Например, процессы горообразования, формирование материков и океанов протекают сотни миллионов лет; ледниковые и межледниковые периоды отделены друг от друга десятками и сотнями тысяч лет, естественное заиливание и зарастание озер длится сотни лет, а превращение сухих земель в болото колонией бобров осуществляется за несколько лет.

Влияние человека на среду часто бывает медленным, но необратимым. Отсюда – многие экономические просчеты при прогнозе /118,186/. Некоторые древние земледельческие племена, видимо, погибли из-за истощения земель, эрозии и засоления, но другие создали высокопродуктивное сельское хозяйство даже на склонах гор, применяя террасирование, контурную вспашку и иные способы обработки земли, препятствующие эрозии почв и испарению влаги. С развитием научно-технической революции интенсивность воздействия на природную среду несоизмеримо возросла. Эксперты Организации Объединенных Наций характеризуют НТР как вторжение человека в природную среду, которое зависит от количества выбрасываемых в биосферу веществ, скорости их миграции и накопления, характера воздействия на человека и биосферу /5/.

Особую опасность для человека и биосферы представляют озоновые и тепловые дыры в атмосфере, парниковый эффект, радиоактивное и бактериологическое загрязнение окружающей среды и развитие процессов иммунодефицита у человека, животных и растений.

Живые организмы на 90 % сосредоточены в поймах рек и интенсивно уничтожаются необоснованно размещаемыми здесь предприятиями, сбрасывающими большие объёмы сточных вод. За последние 15 лет вылов ценных рыб из внутренних водоемов нашей страны сократился в 4-5 раз. Вокруг промышленных предприятий, металлургических и химических комбинатов на тысячах гектаров сформировались техногенные пустыни, погибло большинство микроорганизмов в почве. Стали массовыми случаи химической интоксикации и поражения организма, особенно у новорожденных, в результате воздействия радиоактивных элементов, ртути, селена, свинца, других тяжелых металлов,

окислов азота, серы, углерода, органических загрязнителей, бенз(а)пирена, фенолов, продуктов распада белков и пр. Эксперты ООН отмечают, что техногенным «опустыниванием» поражено 30 % земной поверхности, и эта площадь, непригодная для здоровой жизни людей, возрастает ежегодно на 6 млн. га. В бедственном положении находятся почвы и леса - легкие» планеты. Только в государствах бывшего СССР засолено около 10 млн. га, а леса усыхают на площади более 600 тыс. га. Новой формой пиратства, по образному выражению представителя Турции в ООН, является сброс промышленных отходов в открытое море.

Загрязнение атмосферы и радиоактивное заражение не знают национальных границ. От кислотных дождей страдают Прибалтика, Швеция, Норвегия, Канада, а их химические источники формируются в Италии, ФРГ, Англии и США. От Чернобыля пострадала не только западная часть России, но и страны Восточной, Северной Европы, ФРГ и Италия. Вот почему всерьез обсуждается вопрос о разработке международного законодательства и введении уголовной ответственности за преступления против окружающей среды. Некомпетентность хозяйственных и государственных руководителей в современных условиях представляется преступной. Так, мы купаемся в тепловой энергии глубоких недр, солнца, приливно-отливных движений моря, а сторонники экстенсивного развития атомной энергетики пытаются доказать недоказуемое – герметичность современных энергетических атомных систем, игнорируя опыт Чернобыля и других АЭС мира. Установлено, что сегодня все реакторы на планете с санитарно-геохимических позиций являются системами полузакрытыми и строительство таких реакторов не оправданно. Решение о прекращении строительства реакторов «чернобыльского типа» и требования к размещению АЭС в соответствии с рекомендациями и нормами МАГАТЭ не снимают полностью проблемы атомной безопасности. Факелы на нефтяных и газовых промыслах и перерабатывающих заводах выбрасывают в окружающую среду столько энергии, сколько вырабатывают все АЭС страны. 50 % электроэнергии, передаваемой на большие расстояния, теряется. Вместо строительства новых АЭС и десятков гидроэлектростанций в ближайшие 25 лет следует уделить особое внимание экономии энергии, теряемой в ЛЭП, в факелах сжигаемого газа, конденсата и нефти, ввести утилизацию нефте- и газопродуктов, шире использовать нетрадиционные виды энергии, по освоению которых Россия занимает 67-е место в мире.

Эффективным решением экологических проблем можно добиться устойчивого развития энергетики. О реальности такого развития свидетельствуют антиядерные договоры, договоры о разоружении, уничтожении оружия массового поражения, Венская конвенция об охране озонового слоя (1985), Монреальский протокол (1987), последующие соглашения по запрещению использования веществ, разрушающих озоновый слой.

В последние годы принят ряд экологических программ, выполнение которых в нашей стране зависит от темпов и результатов реформ. Программа по охране окружающей среды (ЮНЕП) и «Всемирная хартия природы» возлагают на все государства ответственность за сохранение природной среды нашей планеты.

Конференция ООН, состоявшаяся в 1992 г. в Рио-де-Жанейро, приняла Повестку дня на XXI век, представляющую собой программу социально-экономического развития человечества и улучшения качества окружающей среды.

Эта программа базируется на рациональных принципах природопользования. Природопользование - это воздействие человечества на природную среду в процессе ее хозяйственного использования. Теория природопользования - это научная дисциплина стратегического назначения, необходимая для планового ведения народного хозяйства. Основные принципы природопользования:

- 1) рационально размещать все отрасли производства с учетом наличия источников сырья, энергии, трудовых ресурсов, физико-географических факторов и т.д. Например, на территории, где разведаны медные руды, надо наряду с горнодобывающими предприятиями создавать предприятия электротехнического машиностроения и других отраслей, потребляющие в больших количествах медь;
- 2) исключить вредное влияние техногенной деятельности на природные ресурсы и окружающую среду. Для этого изучить условия региона, выполнить типизацию этой территории по устойчивости к техногенному воздействию и составить прогнозные экологические схемы перспектив размещения производительных сил. Например, следует полностью исключить строительство гидроэлектростанций на равнине. Создаваемые на реках водохранилища повышают уровень грунтовых вод на прилегающей территории, происходит ее заболачивание, затапливаются плодородные земли, разрушаются берега и проходящие вдоль берега дороги, подмываются растущие по берегам деревья и т.д.;
- 3) обеспечить воспроизводство используемых ресурсов. Лов рыбы, охота должны быть организованы таким образом, чтобы рыбы и звери успели вновь размножиться и вырасти. На реках, перегороженных плотинами, надо создавать специальные устройства - рыбоходы для прохода рыб на нерест;
- 4) использовать природные ресурсы и угодья комплексно. Так, на Алтае действовали комплексные леспромхозы, которые занимались не только заготовкой деловой древесины, но и переработкой отходов (сучьев, веток) в древесно-стружечные плиты (ДСП), приготовлением из хвои хвойно-витаминной муки, заготовкой грибов, ягод, орехов, восстановлением леса на лесосеках, т.е. вели производство безотходным способом;
- 5) контролировать и строго учитывать количество и качество используемых и остающихся природных ресурсов. В России органами общегосударственного управления являются законодательные и исполнительные органы федерального уровня (Президент, Дума, Законодательное собрание, Правительство РФ) и уровня субъектов федерации (законодательные собрания и правительства). При законодательных органах функционируют постоянные комиссии по охране природы. При Президенте РФ существует должность советника по природопользованию и охране природы. Органы специального управления осуществляют контроль за охраной, использованием и воспроизводством природных ресурсов в пределах своей компетенции. Контроль за рациональным использованием природных ресурсов с 1988 г. возложен на органы Минприроды. Кроме того, существуют государственные комитеты по водному и лесному хозяйству. За состоянием земельных ресурсов следит Министерство сельского

хозяйства. Инспекции рыбнадзора и охотнадзора следят за сохранностью фауны на суше и в воде.

С 1975 г. в планы развития народного хозяйства страны включен раздел «Охрана природы и рациональное использование природных ресурсов», содержащий конкретную программу по охране воздушного бассейна, лесных и водных ресурсов, по строительству очистных сооружений и систем оборотного водоснабжения. Акционерные общества и предприятия, потребляющие природные ресурсы и производящие выбросы в окружающую среду, имеют в своем составе отделы и группы, которые планируют мероприятия по охране природы и осуществляют контроль за их выполнением. Согласно «Инструкции о составе, порядке разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации» (СНиП 1.02.01-85) проектами должно предусматриваться решение вопросов охраны водоемов, почвы, атмосферного воздуха, рекультивации земель и охраны недр /88/.

Цель данного учебного пособия – углубить знания студентов по геоэкологии и охране окружающей среды и научить применять их на практике, обеспечить внедрение принципов экологизации и геологизации в хозяйственную деятельность.

1 Научные основы геоэкологии

Совершенствование орудий производства позволяет вовлекать в трудовой

процесс все большее количество и ассортимент природных ресурсов. Создается иллюзия безграничной власти человека над природой. «Покорение» природы приводит к нарушению ее законов. Последствия бывают почти катастрофическими. Это случалось неоднократно при испытании ядерного оружия, авариях на атомных электростанциях, строительстве целлюлозно-бумажных комбинатов на Байкале, возведении крупных гидросооружений на Волге и в заливе Кара-Богаз-Гол /118/. Крупные аварии произошли на горнодобывающих предприятиях Березников и Соликамска, на крупных химических производствах в Уфе, Орске и др.. Ущерб от такого «покорения» природы часто несоизмерим с той выгодой, которую ожидали получить. «Людам, которые в Месопотамии, Греции, Малой Азии и в других местах выкорчевывали леса, чтобы получить таким путем пахотную землю, и не снилось, что этим они положили начало нынешнему запустению этих стран, лишив их вместе с лесами центров скопления и сохранения влаги», – писал Ф. Энгельс в «Диалектике природы». И далее: «Какое было дело испанским плантаторам на Кубе, выжигавшим леса на склонах гор и получившим в золе пожара удобрение, которого хватило на одно поколение очень доходных кофейных деревьев, – какое им было дело до того, что тропические ливни потом смывали беззащитный отныне верхний слой почвы, оставляя после себя обнаженные скалы!» /182, с. 496, 498-499/.

Необходимо знать и учитывать закономерности развития природной среды. Любая хозяйственная деятельность представляет собой вмешательство в природу. Прежде чем осуществить такое вмешательство, нужно предвидеть все его последствия, как ближайшие, так и отдаленные, научно обосновать необходимость такого вмешательства.

Под *окружающей средой* понимается совокупность природных технических и информационно-коммуникационных систем, объектов и факторов, прямо или косвенно влияющих на условия жизни и развития человека и живых организмов. Окружающая среда – это экотоп биосферы-ноосферы или экотопосфера. Окружающая среда включает в себя косную и биокосную составляющие биосферы-ноосферы: атмосферу, гидросферу, педосферу, литосферу и верхнюю часть мантии.

1.1 Основные геоэкологические понятия

Под геологической средой, вслед за Е.М.Сергеевым /23, 170/, мы понимаем верхнюю часть литосферы, находящуюся во взаимодействии с другими внешними оболочками Земли, в которой протекают новые геологические процессы, называемые техногенезом и связанные с хозяйственной деятельностью человека; они существенно изменяют геологический и экологический облик регионов и планеты в целом. Геологическая среда - это экотоп - элемент экосистемы, или часть окружающей среды. Последняя нередко отождествляется с биосферой.

Биосфера – это внешняя оболочка планеты, населённая живыми организмами, с активным проявлением биоценозов, охватывающая поверхность Земли, нижнюю часть атмосферы, гидросферу, педосферу и верхнюю часть литосферы. Живое

вещество биоценозов и среда их обитания (биотопы) органически взаимосвязаны и взаимодействуют, формируя целостную биодинамическую геохимическую систему. Биосфера и сама жизнь на Земле возникли в результате закономерного развития нашей планеты и всей солнечной системы. Термин «биосфера» ввел геолог Э. Зюсс (1875). Учение о биосфере как об активной оболочке Земли, в которой совокупная деятельность живых организмов проявляется как геохимический фактор планетарного значения и масштаба, разработал В.И. Вернадский. Биосфера состоит из элементов, которые называют биогеоценозами, по В.Н.Сукачеву (1940), или экосистемами, по А. Тенсли (1935). Биогеоценоз - это элемент биосферы, представляющий собой однородный естественный природный комплекс с определенным составом и механизмом взаимодействия живых (биоценоз) и косных (биотоп - приземный слой атмосферы, почва, солнечная энергия и др.) компонентов. Природный комплекс может быть представлен лесом, лугом, рекой, озером и т.д. Понятие *экосистема* является отчасти синонимом понятия биогеоценоз, но не совпадает с ним. Экосистема - это единый природный комплекс, образованный живыми организмами и средой их обитания, в котором живые и косные компоненты связаны между собой обменом веществ, энергии и информации. Это понятие менее строгое, чем понятие биогеоценоз. Экосистема - это и капля воды с содержащимися в ней микроорганизмами, пруд, океан, тайга, березовая роща, наконец, биосфера в целом /16, 23, 26, 31, 32/.

Геологическая среда под влиянием естественно-исторических и техногенных процессов взаимодействует с биосферой, гидросферой, педосферой, атмосферой и другими оболочками планеты. Это взаимодействие сопровождается широким спектром как позитивных, так и негативных процессов и явлений, нередко социально опасных (эрозией и засолением почв, песчаными бурями, извержениями вулканов, землетрясениями, оврагообразованием, оползнями, заилением рек и водоемов и т. д.). Многообразие процессов, протекающих в геологической среде, и методам их изучения посвящены работы целой плеяды учёных из школы академика Е.М. Сергеева. Эти работы послужили основой для разработки таких научных направлений, как геоэкология /156, 159/ и экологическая геология /170, 172/.

Под *загрязнением* окружающей среды понимаются вызванные хозяйственной деятельностью человека (процессами техногенеза) изменения физических, химических и биологических свойств среды, превращающих ее частично или полностью в непригодную для использования /4, 19, 22, 30/. Загрязнение - это антропоцентрическое понятие, оценивающее состояние среды, ее качество с санитарно-гигиенических позиций или по значению параметров, отражающих влияние техногенеза на природную среду. Отклонение параметров качества природной среды от природного фона и санитарно-гигиенических норм в зоне влияния промышленных и сельскохозяйственных предприятий может происходить под воздействием как техногенных, так и естественноисторических процессов. Однако загрязнением мы называем только те отклонения, которые вызваны исключительно техногенезом и техногенными циклами миграции химических элементов. Это понятие не распространяется на естественно-

исторические процессы. Например, к *механическим* загрязнителям относятся металлическая пыль, стружка, опилки, выброшенные бракованные детали и т.д. *Химическими* загрязнителями являются всевозможные газообразные, жидкие и твердые химические соединения и элементы, попадающие в атмосферу и гидросферу и вступающие во взаимодействие с окружающей средой, например, кислоты, щелочи, эмульсии, смазочно-охлаждающие смеси, сернистый газ и т.д. *Биологические* загрязнители - все виды организмов, появляющиеся при участии человека и наносящие ему вред (бактерии, вирусы, грибки, сине-зеленые водоросли и т.д.). *Энергетические* загрязнители имеют физическую природу. К ним относятся все виды энергии, теряемой в виде отходов разнообразных производств: тепловая, механическая, ионизирующие излучения, электромагнитные поля, звуковые волны и т.д.

Для количественной характеристики процессов техногенеза можно также использовать параметры технофильности /163, 174/, степень метаморфизации химического состава флюидов и количественные показатели загрязнения окружающей среды: предельно допустимый уровень (ПДУ) или предельно допустимая концентрация (ПДК), предельно допустимые выбросы (ПДВ) или временно согласованные выбросы (ВСВ) /4, 9, 18, 25, 36, 71, 81/. Например, под ПДК понимается максимальная концентрация какого-либо токсичного вещества, при которой не ухудшается здоровье, работоспособность, самочувствие и настроение человека и не наблюдается неблагоприятных наследственных изменений у потомства. Для атмосферного воздуха населенных мест установлены максимально разовые и среднесуточные ПДК. При максимально разовых обнаруживаются рефлекторные реакции у человека, животных, растений (запах, световое ощущение и т.д.) при 20-минутном воздействии вещества. Среднесуточные ПДК не оказывают вредного воздействия на человека, животных, растения при неограниченно длительном контакте. Санитарные нормы качества воздуха (СН 245-71, СанПиН 2.1.6.575-96) устанавливают ПДК вредных веществ для рабочей зоны и для жилых массивов с 70-х годов XX столетия /85/. На территориях санаториев, домов отдыха и городов с населением более 200 тыс. человек загрязнения не должны превышать 0,8 ПДК /76/.

Предельно допустимые выбросы (ПДВ) вредных веществ – это максимальное количество вредных веществ, которое можно выбрасывать в атмосферу, водоем, на почву в единицу времени, чтобы загрязняющие компоненты на границе санитарной зоны не превышали ПДК. Основными источниками загрязнения являются выбросы и отходы различных промышленных производств, образующиеся попутно в результате переработки сырьевых и топливно-энергетических природных ресурсов.

Установлено, что чем крупнее производственные объекты и расположенные рядом с ними населенные пункты, чем продолжительнее период их эксплуатации, тем существеннее преобразование окружающей среды, рельефа территории, грунтов, почв, подземных и поверхностных вод, растительности и пр. Интенсивность загрязнения среды зависит в большей степени от масштабов его проявления и несовершенства технологии и культуры производства, от уровня экологичности планировки, застройки и освоения территории, организации быта

и производственной деятельности людей. Объектами экологических исследований являются окружающая среда и процессы, протекающие в ней: техногенные и естественноисторические. Для ограничения масштабов вторжения человека в окружающую среду создаются санитарно-защитные зоны (СЗЗ) /71, 85/. Эти зоны между промышленным предприятием (автомобильной и железной дорогами) и жилыми или общественными зданиями защищают население от влияния вредных факторов техногенеза (запыленность, загазованность, шум, вибрация и пр.). Жилые массивы размещаются с подветренной стороны от промышленных объектов. Геологическая среда при этом служит биотопом биосферы, который формируется в условиях тесного взаимодействия непрерывно изменяющихся геологических процессов на Земле. В то же время и сама геологическая оболочка Земли формируется под воздействием биосферы. В настоящее время их гармоничное развитие резко нарушено процессами техногенеза и перед человечеством нет другой альтернативы, кроме создания системы мониторинга и ноосферы по В.И.Вернадскому /104/.

Ноосфера - сфера разума, новое состояние биосферы, при котором деятельность человека и нооценоза становится главным, определяющим фактором ее развития. *Ноогеоценозы* здесь гармонично связаны с биогеоценозами и экотопом, формируя целостную, хорошо геохимически сбалансированную безотходную биодинамическую систему. Идея ноосферы – это идея выживания человечества, вида *homo sapiens* в условиях все разрастающегося экологического кризиса. *Мониторинг* – это инструмент перехода к ноосфере, это система наблюдения, контроля, анализа, прогноза качества окружающей среды и управления её состоянием. Система мониторинга призвана, прежде всего, регистрировать техногенные и природные изменения в окружающей среде, используя физико-химические, санитарно-токсикологические, технологические, биосферные и социально-демографические показатели /4/. Анализ совокупной экологической информации должен осуществляться на региональной территориальной основе с учетом эталонных участков, биосферных заповедников и экологических полигонов. Главной составной частью мониторинга является разработка природоохранных мероприятий и включение их в перспективные комплексные планы социально-экономического развития территории, в программы и проекты территориальных комплексных схем охраны природы (ТЕРКСОП). В соответствии с этими планами исследования в зоне влияния предприятий и хозяйств должны включать /4, 115, 166, 171/:

- выявление и регистрацию фактических и потенциальных источников загрязнения среды, установление характера их проявления во времени и в пространстве;
- картирование ареалов и потоков загрязнения в связи с проявлением каждого источника;
- создание и корректирование сети режимных наблюдений для изучения процессов развития загрязнения в пространстве и во времени;
- раскрытие минералого-геохимического и микробиологического механизма развития процессов загрязнения;
- выявление взаимосвязей в развитии процессов загрязнения в почвах,

атмосфере, грунтах, в подземных и поверхностных водах, их влияние на жизнедеятельность микроорганизмов, растительности, животных и человека в различных зонах воздействия предприятий на окружающую среду;

- изучение ландшафтно-геохимических, гидролого-гидрогеологических и инженерно-геологических условий и параметров миграции компонентов загрязнителей с использованием дистанционных, геофизических, геохимических, микробиологических и других методов;

- типизацию территории по устойчивости и защищенности ее по отношению к загрязнению и засолению, а также по степени хозяйственной ценности /114, 120, 124, 133, 166/;

- изучение и моделирование процессов химической термодинамики при загрязнении и самоочищении на геохимических барьерах с прогнозной оценкой параметров качества среды, в связи с планируемой техногенной нагрузкой в зонах влияния объектов, предприятий и хозяйств на окружающую среду /153, 154/;

- разработку и внедрение природоохранных мероприятий одновременно с составлением планов социально-экономического развития и территориальных комплексных схем охраны природы, рационального использования и воспроизводства природных ресурсов (ТЕРКСОП).

1.2 Круговорот веществ на Земле

В пределах планеты осуществляется разномасштабный круговорот веществ, охватывающий как внешние, так и внутренние геосферы, включая мантию и ядро Земли. Выделяются геологический и биологический круговорот веществ. Биологический круговорот веществ определяет биосферные циклы миграции химических элементов, условия формирования и развития биосферы. Геологический круговорот имеет несколько циклов миграции химических элементов.

Необходимо выделить естественноисторические и техногенные циклы круговорота, формирующиеся под влиянием человеческой деятельности. Одной из ветвей планетарного геологического цикла круговорота веществ являются вулканические извержения и землетрясения, регистрируемые сейсмографами на глубинах до 700-900 км, т. е. на глубине тектонически активной части планеты - тектоносферы, чаще называемой литосферой. По современным геологическим воззрениям, литосфера состоит из отдельных плит, медленно перемещающихся относительно друг друга во времени. Значительно лучше изучен круговорот веществ во внешних оболочках Земли. Продукты разрушения почв и горных пород с возвышенных участков суши переносятся вниз по рельефу местности и осаждаются в морских и континентальных бассейнах, формируя илы, осадки и затем осадочные горные породы. Наиболее значительную геологическую силу, по В.И.Вернадскому, представляет техногенный круговорот веществ во внешних оболочках Земли. Техногенный круговорот веществ на Земле сегодня изучается исключительно в практических целях.

Большую роль в развитии и функционировании живых организмов биосферы и литосферы играет круговорот воды на Земле. Он является основной частью

планетарного геологического круговорота веществ. Испарение воды с поверхности водоемов - постоянно протекающий процесс воспроизводства ресурсов пресных вод. Дождевая и снеговая вода систематически питает ручьи, реки, пресноводные озера и верхние горизонты подземных вод. Пресные воды всех этих объектов служат источником жизнедеятельности всего континентального населения биосферы. В.А. Всеволожский отмечает, что «с геологических позиций движение воды в земных недрах, включающее простые (механическая, физическая, химическая) и сложные формы движения (биологическая, техногенная), переходы воды из одного физико-агрегатного состояния в другое и процессы взаимодействия воды с горными породами, рассматривается в настоящее время в качестве важнейшей составляющей геологической формы движения материи (А.Н. Павлов, Е.В. Пиннекер и др.)» /106, с.36/. Более справедливо выделять не геологическую форму, а геологическую систему движения материи, включающую в себя не только формы, но и ряды движения /115/. В качестве основных составляющих единой геологической системы движения материи применительно к подземным водам «рассматриваются два основных вида круговорота воды в земной коре: гидрогеологический и геологический» /106, с. 36/.

А.Н. Павлов, Е.В. Пиннекер и другие учёные гидрогеологический круговорот воды рассматривают в качестве составной части гидрологического, климатического круговорота на Земле /160, 166/. По мнению других исследователей есть все основания выделить гидрогеологический круговорот в качестве самостоятельного в связи с особенностями формирования подземной гидросферы /106, 114/. Необходимо учитывать при этом нахождение воды в различных физико-агрегатных состояниях, в том числе и таких, как физически связанная, химически связанная, капиллярная и пр., а также в связи с ее исключительной ролью в геологических процессах в земной коре и верхней мантии.

Б.И. Куделин, изучая подземные воды, ввел понятие «подземный сток», обозначающее движение свободных (гравитационных) подземных вод в пределах зоны полного насыщения. Здесь система потоков подземных вод тесно связана с геологическими структурами разного типа, с толщами горных пород и с зонами трещиноватости.

Подземный сток проявляется неодинаково в различных вертикальных гидродинамических зонах. В верхней зоне активного водообмена гравитационное движение вод тесно связано с особенностями рельефа местности и экзогенной трещиноватостью горных пород. Ниже находится зона регионального стока, где подземные воды движутся по крупным элементам рельефа и геологических структур - континентальных и морских. Наконец, на нижней границе зоны насыщения предполагается, что воды находятся якобы в надкритическом или близком к нему состоянии и движение их осуществляется по линейно-локальным, субвертикальным зонам повышенной трещиноватости.

Существует мнение, что нижняя граница распространения подземных вод соответствует зоне надкритических температур (374-450 °С). Ниже этой зоны вода уже якобы не существует в свободном состоянии. Эти выводы противоречат

открытиям астрофизиков, обнаруживших молекулы воды на Солнце, в районах солнечных пятен, то есть при температурах (+ 4000 °C) значительно более высоких, чем надкритические. Это позволяет предполагать, что вода существует и в более глубоких зонах планеты. Видимо, на более значительных глубинах круговорот воды тесно связан с геологическим круговоротом веществ.

Геологический круговорот воды происходит не только на больших глубинах. Огромные массы воды вовлекаются в процессы осадконакопления, литогенеза и метаморфизма горных пород вблизи поверхности Земли. Воды, которые поступают в глубинные части планеты через рифтовые зоны и зоны тектонической трещиноватости /115, 160/, участвуют в серпентинизации и десерпентинизации пород мантии и в других малоизученных и неизвестных пока геологических процессах метаморфизации горных пород. Связь глубинных вод с поверхностными и влияние их на водный баланс эпиконтинентальных водоемов (Каспий, Арал и др.) пока недооцениваются.

1.3 Представления о биосфере

Понятие о биосфере в биологию ввел Ламарк (1744-1829) в начале XIX века, а в науки о Земле – австрийский геолог Э. Зюсс в 1875 г. Учение о биосфере заложено в трудах выдающегося русского ученого, академика В.И. Вернадского (1863-1945). Он впервые рассмотрел деятельность живых организмов на Земле с геологических и геохимических позиций, установил исторически закономерные изменения в составе атмосферы, гидросферы и литосферы под влиянием жизнедеятельности организмов и выявил тесную взаимосвязь эволюции этих геосфер и биосферы. Биосферу он определил как область, или оболочку планеты, в которой эволюционно, во взаимосвязи с другими компонентами среды, развивается жизнь и накапливается живое вещество. Биосфера охватывает внешние оболочки Земли, нижнюю часть атмосферы (тропосферу) до высоты 20 км, гидросферу и верхнюю часть литосферы до глубины 2-3 км /104/.

В.И. Вернадский определил живое вещество как совокупность живых организмов, существовавших в определенный отрезок времени и являющихся важным геологическим фактором. Живое вещество имеет элементарный химический состав, массу и энергию. Трансформируя солнечную энергию, оно вовлекает неорганическую (косную) материю в непрерывный круговорот. В истории биосферы Земли исключительную роль сыграли водоросли и другие растения. Используя энергию солнца, потребляя углекислоту из воздуха и усваивая жидкие и твердые фазы вещества, они создавали органическое вещество, которое служило основой для развития всего живого на Земле. При этом они продуцировали кислород атмосферы и гидросферы, изменяя во времени состав этих геосфер. Наконец, они активно участвовали в формировании верхней части литосферы, железных руд, толщ и рифов известняков, залежей каменного и бурого угля, нефти, торфа и других полезных ископаемых и пород.

Планете Земля около 5 млрд лет. Считается, что на начальном этапе ее истории - 1,5-2 млрд лет - жизнь на Земле отсутствовала, но создавались условия для

образования первых живых организмов. Из аминокислот, синтезированных в абиотических процессах с участием солнечных ультрафиолетовых лучей, возникли первые мельчайшие автотрофные и гетеротрофные живые организмы. Атмосфера Земли не содержала свободного кислорода и состояла из азота, аммиака, окиси углерода, водяных паров, ядовитых хлора и сероводорода. Жизнедеятельность организмов обусловила образование в атмосфере свободного кислорода, который под влиянием ультрафиолетовых лучей обеспечил формирование озонового экрана. Он стал защищать эволюционно развивающиеся живые организмы. Жизнь на Земле в связи с этим экраном получила дальнейшее развитие. Из-за недостатка пищи эволюционировали дрожжеподобные анаэробные организмы, появились виды, способные к фотосинтезу. 600 млн лет назад содержание кислорода в атмосфере составляло 3 % от современного уровня. Возникли многоклеточные организмы, а потом произошел эволюционный взрыв, в море образовались губки, черви, кораллы, моллюски, морские макрофиты и пр. 350-400 млн лет назад живые организмы вышли из морей на сушу. Эволюция привела к развитию современных растений и крупных животных. К концу палеозойской эры (220 млн лет назад) в атмосфере повысилось количество углекислого газа, изменился климат, произошла смена растительного и животного мира, сформировались залежи горючих полезных ископаемых. Биомасса Земли достигла современного уровня - 10^{12} - 10^{13} т, или 10^{15} части земной массы ($6 \cdot 10^{27}$). Производство живого вещества на Земле составило $38 \cdot 10^{10}$ т/год /104/.

Эволюция биосферы неоднократно сопровождалась скачкообразным (революционным) развитием живого вещества. В кайнозойскую эру голосеменные растения сменились современными покрытосеменными, цветковыми, а холоднокровные пресмыкающиеся были вытеснены теплокровными животными, млекопитающими. Эволюционный процесс привел к появлению человека - наиболее высокоорганизованного биологического вида. Начался третий этап развития планеты.

Чарльз Дарвин (1859) в основном своём труде «Происхождение видов путём естественного отбора» вскрыл основные факторы эволюции органического мира. Важнейший постулат, вытекающий из его трудов, гласит, что виды организмов эволюционируют под влиянием изменений физико-географических условий природной среды. В.И. Вернадский – создатель учения о биосфере (1926) – сформулировал второй важнейший постулат о том, что совокупность живых организмов (живое вещество) взаимодействует со средой своего обитания, образуя целостную динамическую систему. Эта система образует активную оболочку планеты, в которой живое вещество в процессе своей эволюции вызывает эволюционные преобразования природной среды планетарного масштаба. Эволюция видов органического мира вызывает эволюцию атмосферы, гидросферы и верхней части литосферы т.е. экотопа биосферы, называемого нами экотопосферой.

Каждое растение, животное, микроорганизм в составе биосферы рассматривается как особь. Особи одного вида составляют популяцию (стая волков, осинник). Организованная группа популяций растений, животных и микроорганизмов, живущих в одних и тех же условиях среды и характеризующихся определенными отношениями между собой, образует

биоценоз (био – жизнь, ценоз – общий). Термин предложен немецким зоологом Мебиусом в 1877 г. Как уже отмечено выше, В.Н. Сукачев в 1940 г. ввёл понятие «*биогеоценоз*», обозначающее элемент биосферы – совокупность биоценоза и его местообитания. Пространство, или место обитания биоценоза называют *биотопом*. А. Тенсли ещё в 1935 г. для обозначения соответствующего элемента биосферы предложил использовать термин «*экосистема*». Биогеоценоз можно рассматривать в качестве экосистемы определенного ранга, в пределах которой существуют: особь, популяция, биоценоз (животный мир) и микро биоценоз (микроорганизмы) /28/.

Виды растений, деревьев, преобладающие в данном биоценозе, называют *доминирующими*, или *доминантными*; по ним называют и биоценозы – ковыльно-типчаковая степь, хвойный лес и т.д. Виды животных, организмов, создающие необходимые условия для жизни доминантов, а через них и для жизни других видов биоценоза, называют *эдификаторами*. Биоценоз пограничных зон (леса и степи, например) обычно более продуктивен, чем биоценоз каждой зоны в отдельности. Все живые организмы в пределах биогеоценоза взаимодействуют благодаря биологическому круговороту, или «*биологическому производству*» веществ, не имеющему отходов. «*Производство*» биосферы – это тот идеал, к которому должен стремиться человек со своим производством. Зеленые растения в процессе своей жизнедеятельности развиваются, поглощая солнечную энергию, минеральные элементы и влагу почв, а также углекислый газ из атмосферы. При фотосинтезе в зеленом листе создаются сложные органические соединения. При отмирании растений органическое вещество используется в пищу другими живыми организмами: микробами, насекомыми и животными. Сложные органические соединения (углеводы, крахмал, целлюлоза и др.) подвергаются минерализации и вновь превращаются в минеральные соли, кислоты и окислы. Минеральные вещества поступают в почву и усваиваются растениями. Поэтому, несмотря на количественную ограниченность, биологически важных веществ в литосфере (углерода – 0,1 % водорода – 0,15 %, азота – 0,01 %, фосфора – 0,08 %, серы – 0,09 %, по А.П.Виноградову, 1950), жизнедеятельность организмов в биосфере обеспечена /163/.

В зависимости от способа питания все организмы подразделяются на *автотрофные* и *гетеротрофные*. Первые способны создавать органические вещества из неорганических. Вторые используют в пищу органическое вещество живых растений и остатки отмерших растений и животных.

По участию в круговороте веществ выделяется три разновидности организмов: продуценты (производители), консументы (потребители) и редуценты (восстановители). *Продуценты* – это автотрофные организмы. *Консументы* – гетеротрофные организмы, питающиеся автотрофными; подразделяются на консументы первого, второго и более высокого порядка. Пищей консументов второго порядка служат консументы первого, пищей консументов третьего порядка – консументы второго порядка и т.д., обычно до пяти звеньев (трофических уровней). *Редуценты* (восстановители) – бактерии, грибы, микроорганизмы (сапрофиты), питающиеся мертвым органическим

веществом. Они и минерализуют органическое вещество, разлагая его на воду, углекислоту, простейшие соли, доступные для использования автотрофными растениями в процессе фотосинтеза новых органических веществ.

Благодаря круговороту органическое вещество переходит с одного трофического уровня на другой, частично теряясь на каждом уровне и формируя залежи полезных ископаемых (торфа, угля, нефти, горючих сланцев и др.). Общая же биомасса планеты не накапливается, она частично разрушается и вновь создается из одного и того же строительного материала.

Для биологического круговорота веществ характерна цикличность, или замкнутость, которая проявляется через способность живых организмов производить себе подобных. При биологическом круговороте веществ происходит уничтожение отходов в процессе жизнедеятельности микроорганизмов, насекомых и животных, питающихся отжившим органическим веществом. В биологическом круговороте веществ рационально используются природные ресурсы: в круговороте веществ участвует 21 биогенный элемент, содержание каждого из них в биосфере постоянно; благодаря круговороту элементы могут использоваться в режиме замкнутого цикла /141, 143/.

В процессе круговорота осуществляется эволюция живой природы и окружающей среды. В атмосфере появляется кислород, его содержание увеличивается до 21 %; в верхних слоях тропосферы и в стратосфере формируется озоновый экран; углекислота из воздуха и воды переходит в толщи карбонатных, хемогенных и биогенных пород. Под влиянием человека формируются *агробιοгеοценозы (агроценозы)*: сельскохозяйственные поля, защитные лесополосы и лесопосадки, пастбища, водохранилища, каналы, осушенные болота. Агроценозы отличаются от биоценозов не принципиально, они характеризуются незначительным количеством видов и большой численностью живых организмов. В зоне влияния промышленных предприятий формируются принципиально новые экосистемы - *технобиοгеοценозы*. Количественная оценка всех биогеоценозов выполняется при помощи показателя биологической продуктивности -биомассы (в граммах углерода или сухого органического вещества), получаемой с 1 м² (для водоемов с 1 м³) в единицу времени (обычно за год). Для оценки роли популяций в круговороте веществ надо знать их биомассу, относительную скорость прироста и время полного возобновления /28, 141, 143/.

В агроценозах с монокультурами и технобиοгеοценозах в зонах влияния промышленных предприятий наблюдается искусственное обеднение видового состава, массовое размножение вредителей, снижение общей продуктивности биоценозов, рост мутагенности среды, деградация основных элементов биогеоценозов. Агроценозы отличаются от биоценозов тем, что не обладают способностью к саморегулированию и их устойчивость определяется интенсивностью и частотой техногенного воздействия.

1.4 Классификация природных ресурсов

Под природными ресурсами понимаются конкретные виды материи и

энергии, которые потребляет человек в процессе своего труда и жизнедеятельности. К ним относятся разнообразные полезные ископаемые, воздух, вода, почва, растения, животные, микроорганизмы, солнечная, атомная и другие виды энергии. Разнообразны и сами природные ресурсы, и возможности их применения.

Природные ресурсы относятся к естественным производительным силам. Для их изучения в нашей стране созданы:

- 1) комиссия по изучению естественных производительных сил Российской Академии наук (КЕПС);
 - 2) совет по изучению производительных сил при правительстве РФ (СОПС).
- Производственные и академические экспедиции систематически изучают во всех регионах страны полезные ископаемые, почвы, рельеф, растительность, животный мир и т.д.

Природные ресурсы, рассматриваются также в качестве природных тел, изучение которых зависит от уровня развития производительных сил и полноты их использования для удовлетворения материальных потребностей человеческого общества. Ресурсы можно подразделить на две группы: исчерпаемые и неисчерпаемые. К исчерпаемым относятся: нефть, газ, разнообразные руды, растения, животные и др. Эти ресурсы могут использоваться только один раз, и не исключена возможность их исчерпания. Среди природных ресурсов выделяются возобновимые (растения, животные, почвы и пр.) и невозобновимые (нефть, газ, ископаемые угли и пр.). Возобновимые ресурсы могут быть восстановлены с различной скоростью. Популяцию животных можно восстановить за несколько лет, если вид животных уничтожен не полностью. Восстановление леса требует не один десяток лет, а для восстановления почвы мощностью всего 1 см природе необходимо в зависимости от условий от 300 до 500 лет. Следовательно, темпы расходования возобновимых природных ресурсов должны соответствовать скорости их восстановления. Иначе и эти ресурсы станут невозобновимыми, каковыми уже стали некоторые виды растений и животных.

Расходование невозобновимых ресурсов приводит к их истощению. Поэтому к ним нужно относиться бережно, экономно, использовать повторно (например, металлы) и заменять их: металлы -пластмассой и керамикой; уголь, нефть, газ - новыми источниками энергии и т.д. К неисчерпаемым природным ресурсам, или ресурсам повторного, многократного использования относят воду, воздух, ветер, солнечную энергию. Их можно использовать бесконечно. При интенсивном загрязнении воды и воздуха в отдельных районах возникает такая ситуация, когда дальнейшее использование этих ресурсов становится невозможным в связи с резким ухудшением их качества.

В природной среде выделяются ресурсы недр, земельные, водные, климатические и другие. По характеру применения их можно разделить на производственные, сельскохозяйственные, бальнеологические, энергетические, рекреационные и прочие.

1.5 О сфере разума

Крупнейший ученый – естествоиспытатель нашего столетия В.И.Вернадский

указывал, что человечество своим трудом и мыслью способно перестроить биосферу и создать новую материальную оболочку Земли – ноосферу, сферу разума и новой жизни в интересах свободно мыслящего человека /104/. В процессе трудовой деятельности человек нарушает планетарный круговорот веществ. Он вовлекает огромные природные ресурсы в постоянно нарастающий по масштабам и глубине проявления техногенный круговорот веществ на планете и в окружающем космическом пространстве. При этом человечество извлекает из недр, производит и складировывает на поверхности планеты огромное количество отходов, которое природа не в состоянии переработать.

Формирующуюся сегодня под влиянием индустриальной деятельности человека геосферу с ущербными биоценозами и спонтанно возникающими экологическими кризисами было бы кощунством называть сферой разума и новой жизни. Более правильно, вслед за академиком А.Е. Ферсманом, называть эту оболочку Земли техносферой /175/. Под техносферой понимается состояние биосферы с обеднённым и угнетённым видовым составом биоценозов вплоть до опустынивания с экологически необоснованной инженерной и хозяйственной деятельностью людей и неуправляемым развитием процессов техногенеза. Следует учесть все уроки экологически неграмотного вторжения человека в природную среду, разработать и осуществить на практике принципы разума, способные превратить техносферу в ноосферу – в оболочку, где все процессы будут регулироваться, и управляться человеком /104, 115/. Дальнейшая судьба биосферы и человечества во многом зависит от разработки и внедрения малоотходных и безотходных технологий, бессточных систем водопользования, комплексного использования недр, сырья и утилизации отходов, прекращения газопылевых выбросов в атмосферу и формирования территориально-производственных комплексов с замкнутыми системами материального баланса вещества, включая отходы производства /3, 6, 18, 148/. Надо позаимствовать у природы рациональные механизмы и приемы использования ресурсов, детально изучив закономерности природных процессов. На этой основе необходимо типизировать осваиваемые и застраиваемые территории не только по хозяйственной ценности, но и по устойчивости или уязвимости к техногенному вторжению с количественной оценкой их техногенной трансформации /114, 124, 133/. Биогеоценозы ноосферы называют нообиогеоценозами /181/. Они формируются в зоне влияния промышленных предприятий и других техногенных объектов. На разных расстояниях от предприятия видовой состав и продуктивность организмов существенно изменяются. Технологическая линия предприятия (нооценоз) превращается в активное звено экосистемы, приобретая равновесные взаимосвязи с ее продуктивностью. Нообиогеоценозы формируются в пределах естественных биогеоценозов, попавших в зону влияния предприятия. В нообиогеоценоз входит три самостоятельные структурные единицы ноосферы: экотоп, биоценоз, нооценоз. Экотоп - это среда для развития биоценоза и нооценоза: почвы, грунты, недра, поверхностные и подземные воды, атмосфера, состав и свойства которых изменяются под воздействием природных и техногенных факторов. Биоценоз в условиях нообиогеоценоза - это растительность, животный мир и микроорганизмы, приспособившиеся к

техногенному воздействию, но, в свою очередь, определяющие условия преобразования биотопа и условия производственной деятельности людей. Нооценоз – это производительные силы человеческого общества, тесно взаимосвязанные с условиями среды, ее биотопом и биоценозом.

Нообиогеоценоз представляет собой единый комплекс взаимодействия производства (нооценоза) с органической и неорганической природной средой (биоценозом и экотопом). Границы нообиогеоценозов, или границы влияния предприятия на окружающую среду могут быть определены при помощи количественных или качественных показателей. Качественные показатели – это параметры состояния растительных компонентов, распространения животных организмов и микроорганизмов. Количественные показатели – это параметры продуктивности нооценоза и биоценоза, физико-химического и изотопного состава почв, грунтов, атмосферных осадков, поверхностных и подземных вод, растительности и пр. Преобразование техносферы в сферу разума, ноосферу, произойдет тогда, когда мы приведем параметры производства (технологических линий, технологических средств) в состояние устойчивого равновесия, в соответствие с параметрами окружающей среды, обеспечив высокую продуктивность биоценоза и нооценоза. При этом санитарно-гигиеническое состояние среды должно обеспечивать оптимальные условия жизнедеятельности биоценоза и человека.

Таким образом, переход к управлению состоянием окружающей среды, или к ноосфере, предполагает планирование на перспективу производственных показателей промышленных предприятий, показателей продуктивности природного и аграрного звеньев и санитарно-гигиенического состояния окружающей среды. Управляемая территория включает производственные, селитебные и рекреационные зоны. Геоэкологические мероприятия при этом внедряются в перспективные планы социально-экономического развития в соответствии с современными принципами природопользования. 85 лет назад в России был издан ряд природоохранных декретов и постановлений: «О лесах» (1918), «О рыболовстве и рыбной промышленности» (1918), «О центральном комитете водоохранения» (1919), «Об охране зеленой площади» (1920), об организации заповедников: Астраханского в 1919 г., Ильменского в 1920 г., Байкальского в 1921 г. В законодательных документах нашей страны основные принципы отношения к природе и природопользованию были сформулированы достаточно профессионально:

- охрана природы строится на строго научной основе;
- интересы текущего момента подчиняются интересам будущего;
- регламентирующие указания по использованию природы проводятся в жизнь немедленно.

Эти принципы закреплены законодательно в Конституции РФ, в Водном кодексе, в законе о недрах, в законах об охране атмосферного воздуха, зеленых насаждений и других законах. В прошлом использование природных ресурсов регламентировалось многочисленными постановлениями: об охране бассейнов рек Волги и Урала, Байкала, Каспия, о снижении отрицательного воздействия горнодобывающей промышленности на геологическую среду, о разработке

территориальных комплексных схем охраны природы (ТЕРКСОП) и др.

1.6 О путях реализации идеи ноосферы

Реализация идеи ноосферы предполагает продвижение в следующих фундаментальных направлениях:

- 1) разработка и внедрение безотходных и малоотходных технологий;
- 2) освоение литосферного строительного пространства и многофункциональное использование недр;
- 3) создание системы ограничений и экологических квот на местном, региональном и глобальном уровнях с соответствующими системами мониторинга;
- 4) разработка научных основ геоэкологизации жизнедеятельности с целью формирования принципиально нового менталитета у профессионалов и населения.

Для выполнения таких сложных задач необходимо создать и внедрить программу непрерывной экологической и геологической подготовки с дошкольного возраста. Основная трудность при этом заключается не в разработке концепции устойчивого развития человечества, а в формировании принципиально нового менталитета у специалистов и населения.

Принципиально новый менталитет предполагает не просто воспитание любви к природе и высокий уровень знаний о законах ее развития, но полный отказ от жизнедеятельности в условиях экологического риска, усиливающегося сегодня в геометрической прогрессии. Промышленностью производится более двух миллионов химических соединений, а определяется (и то не систематически) экологическое влияние на живое вещество только 5-6 %. Именно экологически необоснованным широким применением таких веществ, как ДДТ, углеводороды типа бензапирена, хлорбензолные соединения, диоксин и другие суперагенты, обусловлены явления экологического иммунодефицита, которые опаснее СПИДа. Разработка и доведение до сведения специалистов и населения новых принципов экологической безопасности, имеющих первостепенное значение при реализации любого проекта и рассмотрении программы деятельности любого производства, должны стать главным этапом в проектной, строительной и любой производственной деятельности. Необходимо отказаться от внедрения и широкого применения технологий, экологический риск от которых недостаточно исследован. Только при такой постановке дела возможно избежать аварии типа Чернобыльской.

Изучение проблем экологического риска необходимо предусмотреть уже в школьных программах. В школе же следует начать рассматривать вопросы экологии растений, животных, микроорганизмов, человека. Причем вопросы экологии, охраны окружающей среды и природопользования должны быть представлены не только в специальных предметах, они должны входить во все школьные и вузовские дисциплины: от физики, математики и литературы до химии и биологии.

До сих пор недостаточно осуществлена геоэкологическая дифференциация и

интеграция геологических и географических наук. Такие крупные ученые, как академик В.И. Осипов, рассматривают геоэкологические проблемы и в геологическом, и в географическом плане, а В.Т. Трофимов и др. считают геоэкологию и экологическую геологию науками об экосистемах /159, 172/. Отсутствие четкой дифференциации и интеграции экологических дисциплин и общепринятой классификации наук тормозит разработку фундаментальных проблем экологизации и геологизации образования и реализацию этих принципов в виде модели ноосферы или концепции устойчивого развития.

1.7 Концепция безотходной технологии

Термин "безотходная технология " предложен академиками Н.Н. Семеновым и И.В. Петряновым-Соколовым и широко распространен у нас и за рубежом, однако сама идея безотходной технологии была изложена еще в 1885 г. Д.И. Менделеевым в статье "Письма о заводах", опубликованной в журнале "Новь" /24/. Под безотходной технологией понимается идеальная модель производства, ее теоретический предел, который может быть реализован лишь частично. Теория безотходных технологических процессов базируется на двух предпосылках:

а) природные ресурсы должны добываться один раз для комплексного производства всех возможных продуктов;

б) создаваемые продукты должны иметь такую форму, которая позволила бы после использования рентабельно превращать их в исходные элементы нового производства.

Однако каждый новый цикл технологии в цепи "сырье – готовый продукт - сырье" связан:

а) с износом материалов;

б) требует новых затрат энергии, а следовательно, дополнительных природных ресурсов вне замкнутой системы. Признавая прогрессивность концепции "безотходной технологии", необходимо учитывать ее ограниченность и условный характер. Ее применение способствует снижению уровня загрязнения и глубины вторжения технологии в окружающую среду.

Чтобы установить новые отношения между человеком и природой, нужно реализовать достижения науки, позволяющие превратить в ресурсы отходы всех производств. При этом экономятся материалы, и уменьшается негативное воздействие технологии на окружающую среду. На практике в качестве более реального используется понятие "малоотходная технология". В случае применения малоотходной технологии часть сырья переходит в отходы и направляется на длительное хранение, вредные последствия чего не превышают допустимых санитарных норм. Например, на Челябинском электролитно-цинковом заводе создано малоотходное сернокислотное производство. В результате количество отвальных цинковых кеков, объем сернистого газа (меньше 0,01 %) и сброса сточных вод (всего 2,1 %) на заводе уменьшились /6, 143/.

Д.И. Менделеев считал, что отходы одних отраслей хозяйства являются потенциальными ресурсами для других /152/. Поэтому подготовка в вузах специалистов широкого профиля должна быть ориентирована на реализацию

отходов в качестве вторичного сырья. Так, отходы предприятий черной и цветной металлургии, горнодобывающей промышленности, теплоэнергетики, производства минеральных удобрений могут стать исходным сырьем для промышленности строительных материалов.

Одной из трудностей реализации малоотходных технологий является подготовка кадров. Специалистов по черной и цветной металлургии, производству строительных материалов, нефтехимии, полимерам и другим готовят в разных вузах по узкому отраслевому принципу. Специалисты же широкого университетского и академического профиля должны овладеть основами безотходных и малоотходных технологий и способностью создавать новые машины, станки, приборы, непрерывно реконструировать и перевооружать производство.

Целесообразно сосредоточить внимание на следующих направлениях развития и внедрения безотходной технологии:

- 1) комплексное и полное использование природных ресурсов в народном хозяйстве;
- 2) утилизация вторичных ресурсов;
- 3) создание безотходных территориально-производственных комплексов;
- 4) создание принципиально новых экологически безвредных технологий;
- 5) утилизация, очистка и складирование в недрах отходов предприятий с созданием оборотных систем водо – и газоснабжения, малой промышленной канализации, внедрение геотехнологий;
- 6) непрерывный экономический анализ природопользования.

1.8 Многофункциональное использование недр

С давних времен человечество осваивало литосферное пространство для решения самых различных социальных и хозяйственных нужд. Но особенно интенсивно оно начало использоваться с XX столетия. Под землей издавна устраивались жилища, обустраивались холодильники, хранилища, культовые сооружения, места погребения и т.д. Сегодня значение подземного пространства для жизни людей, масштабы и разнообразие форм, методов и способов подземного строительства исключительно возросли. Основное литосферное строительное пространство приходится на горные выработки, создаваемые в процессе разведки и разработки полезных ископаемых, но все более интенсивно строятся подземные переходы, гаражи, склады, производственные цехи, предприятия, транспортные инженерные коммуникации, лечебные,

рекреационные, социальные, культурные, спортивно-туристические, военно-стратегические и иные объекты. Та часть геологической среды, которая используется для размещения указанных объектов, рассматривается нами в качестве "литосферного строительного пространства". Ряд типов подземных резервуаров сформировался естественным путем, в частности, при участии карстовых и палеокарстовых процессов. Эти резервуары широко используются для складирования нефти, нефте- и газопродуктов, природных и сжиженных

газов, пресных вод, отходов производства, организации мест отдыха, лечения, туризма и т.д. На пороге XXI столетия подземное строительство осуществляется в различных горно-геологических условиях. Способы строительства, обустройства и технологии эксплуатации резервуаров зависят от особенностей геолого-тектонического строения территории. В районах развития растворимых пород используются как естественные полости, так и создаваемые искусственно.

Освоение литосферного строительного пространства обеспечивает:

- 1) экономию земельных ресурсов в условиях городов и высокопродуктивных сельскохозяйственных и лесных угодий;
- 2) высокий уровень защищенности от вредного воздействия природных (лаvin, землетрясений и пр.) и техногенных факторов;
- 3) экономию строительных материалов и энергетических ресурсов;
- 4) высокую надежность технологий и рост производительности труда в стабильных в плане гидрометеорологических условиях подземного пространства;
- 5) экономию эксплуатационных расходов при подземном хранении ценностей, промышленных и продовольственных товаров;
- 6) эффективную спелеотерапию;
- 7) решение стратегических, транспортных, оборонных и иных задач.

Мы вслед за Б.А. Картозия /116/ выделяем четыре группы подземных объектов по их назначению:

- а) хозяйственные;
- б) социальные;
- в) экологические;
- г) оборонные.

Академик В.И. Шемякин отмечает, что при размещении сооружений под землей только тепло ресурсов используется в 3-10 раз меньше, чем при наземном варианте.

Проблема освоения подземного пространства – не столько техническая и прикладная, сколько фундаментальная, требующая применения наряду с методами горных и строительных дисциплин геологических и экологических методов исследования массивов горных пород. Если прикладные задачи должны решаться горняками, то фундаментальные проблемы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов, в частности, литосферного строительного пространства, – специалистами широкого университетского и академического профиля в области строительства, экологической и экономической геологии, геомеханики, геофизики, геохимии и биогеохимии литосферы.

1.9 О системах ограничений

В отечественной и зарубежной практике накоплен значительный опыт по регламентации выбросов предприятий в окружающую среду: атмосферу, водоемы, почву. В России этот опыт апробирован на местном уровне, например, в форме проектов ПДВ (предельно-допустимых выбросов).

На региональном уровне разработки предпринят ряд попыток количественной

оценки баланса химических компонентов в пределах естественных (природных) и техногенных циклов миграции веществ, включая важнейшие загрязнители. Наиболее информативен модульный принцип оценки баланса компонентов загрязнителей. В качестве единиц измерения используются модульные оценки в тоннах или килограммах загрязнителей, выбрасываемых в атмосферу и рассеивающихся на один квадратный километр территории. Аналогичные модули применимы при оценке веществ, выпадающих на единицу площади поверхности земли: на почву, в водоемы и просачивающихся в горизонты подземных вод. При этом рассматриваются и валовое содержание вещества, и его фазовые состояния: механическая (твердая и жидкая), химическая, газовая фазы /114/.

Для оценки миграции химических элементов в техногенном цикле на глобальном уровне А.И. Перельман по аналогии с кларком концентрации предложил использовать величину технофильности, равную отношению объема ежегодной добычи данного элемента к его кларку в земной коре /163/. Ф.И. Тютюнова /174/, опираясь на статические сводки разных стран, рассчитала величину технофильности более 30 химических элементов для 1800-2025 гг. По этому указателю она разделила все химические элементы на пять групп – от супертехнофильных до слабо- и очень слаботехнофильных. В современную эпоху все главные анионогенные химические элементы водных растворов относятся к супертехнофильным. Это Cl^- , $\text{S}(\text{SO}_4^{2-})$, $\text{C}(\text{HCO}_3^-)$, CO_3^{2-} и органические соединения). Они являются наиболее распространенными загрязнителями окружающей среды. Их технофильность составляет $10 \cdot n$.

Анализируя химические элементы, концентрирующиеся или рассеивающиеся в природе при техногенезе, А.Е. Ферсман отмечает, что в целом для техногенеза более характерно рассеяние химических элементов. По миграционным свойствам он разделил на три группы: главные, второстепенные и микрокомпоненты /139, 175/. Из микрокомпонентов и второстепенных элементов супертехнофильными являются N (NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-), Se, Pb, Cu, Br и др. К высокотехнофильным принадлежат Fe, Ca, Zn, As, Cr, U, Ni, Mg, Hg и др. Отчетливо проявилась тенденция к глобальному загрязнению супертехнофильными элементами природных вод и окружающей среды. Учитывая степень технофильности элементов, Ф.И. Тютюнова сделала вывод о том, что на современном этапе развития планеты под влиянием техногенеза происходит ускорение эволюции биотехносферы и гидrolитосферы. В.И. Вернадский еще в 1930-е гг. XX столетия, прогнозируя это ускорение, считал его следствием качественно новой формы воздействия живого вещества на обмен атомов вещества с косной материей /104/. Человек значительно расширил круг используемых элементов, нужных для развития техники и создания цивилизованных форм жизни.

Совершенствование жизнедеятельности человечества в соответствии с концепцией устойчивого развития, вызвано внедрением в хозяйственную жизнь всех стран систем мониторинга с жесткими квотами на трех уровнях: местном, региональном и глобальном. Достижение главных целей концепции устойчивого развития и нового уровня развития биосферы, соответствующего ноосфере, требует мобилизации коллективного разума всего человечества, его научно-технического потенциала. А это возможно при условии упорядочения структурно-

организационно-иерархических связей между различными научными дисциплинами в учебно-воспитательном процессе и формировании принципиально нового менталитета у населения.

1.10 О научных основах экологизации жизнедеятельности человека

Попытку классифицировать естественные науки предпринял выдающийся естествоиспытатель XIX века Ф. Энгельс. В "Диалектике природы" он изложил теорию о формах и рядах движения материи /182/. Механической форме движения соответствуют механика и математика, физической – физика, химической – химия, биологической – биология, ботаника, зоология, общественной – обществоведение, философия и др. Как заметил Ф. Энгельс, формы движения проявляются в виде взаимосвязанных рядов движения. В таких рядах более высокоорганизованные формы движения материи, энергии и информации взаимодействуют с менее организованными. Рядам движения в структурно-организационно-иерархическом отношении соответствуют более сложные научные дисциплины: геомеханика отдельных геосфер и оболочек Земли, геофизика, геохимия, гидрохимия, гидробиология, почвоведение, лесоведение, экология человека, медицинская география и др.

Ученые давно обратили внимание на существование материально-энергетического обмена между оболочками нашей планеты /115/. Горные породы, подвергшись гипергенным процессам, аккумулируют огромные массы солнечной энергии. Погрузившись в глубины Земли, эти породы становятся носителями солнечной энергии, которая перераспределяется между дифференциалами земной коры и внешней мантии. Иными словами солнечная энергия, аккумулированная различными способами и посредством разных механизмов, в результате сложных палеогеологических процессов проявляется в дифференциации вещества в литосфере. По направлению к центру Земли увеличиваются плотность и интеграция вещества. При этом освобождается энергия, что четко прослеживается до глубин проявления очагов землетрясений (до 600-900 км).

Такое сложное взаимодействие оболочек планеты с дифференциацией и интеграцией вещества представляется в предельно абстрагированной форме как система движения материи. Системы движения могут быть планетарными, звездными, галактическими, туманностей и пр. (таблица 1.1).

Классификация наук должна базироваться на классификации форм, рядов и систем движения материи, отражающих различный уровень сложности организации исследуемых объектов. Классификация уровней организации движения материи, энергии и информации должна предшествовать классификации наук. Систему движения материи планеты Земля мы склонны называть планетарной или вслед за И.В. Круть /172/ – геонимической, включающей географическую и геологическую подсистемы формирования внешних геосфер Земли. Цикл естественноисторических наук, к которому относятся науки геоэкологического и эколого-геологического направления, призван изучать объекты этих подсистем.

Экологический цикл наук охватывает все прикладные и фундаментальные

дисциплины постольку, поскольку их объекты попадают в состав экосистем и в той или иной степени являются объектами ноосферы и биосферы. В структуру биосферы входит биоценоз или живое вещество биоценосферы, а также косные и

Таблица 1.1 Примеры систем движения материи, энергии и информации и соответствующих им научных направлений

Системы движения материи, энергии и информации	Научное направление и дисциплина
Экологическая	Науки о биосфере и ноосфере. Экосистемный анализ. Биоценология. Геоэкология. Экологическая география. Экологическая геология. Экологическая гидрология. Экологическая геохимия. Экологическая геофизика и др.
Биологическая	Учение о биосфере, биогеоценозах, ландшафтах. Палеонтология и др.
Геонимическая или планетарная с геологической подсистемой	Физическая география. Стратиграфия. Историческая геология. Теория литогенеза. Учение о магматизме. Геология осадочных, метаморфических и магматических пород.
Звездная	Астрофизика Солнца и звезд и др.
Галактическая	Учение о галактиках.

биоценозы составляющие экотопы биосферы или экотопосферы. Экотопосфера – это внешняя оболочка Земли. В её пределах выделяются географическая и геологическая среда. Геоэкология изучает экотоп биосферы или экотопосферу как целостный объект. Часть этого объекта – геологическую среду изучает экологическая геология, а вторую часть экотопа – географическую среду - изучает экологическая география. В пределах биосферы живое вещество биосистем взаимодействует с косными и биокосными составляющими геосистем. Их взаимодействия претерпевают изменения во времени и в пространстве, подчиняясь законам широтной зональности и высотной поясности.

Резюмируя изложенное, следует подчеркнуть, что реальный переход к концепции устойчивого развития тесно связан со способностью мирового сообщества взять под строгий контроль и управлять процессами формирования ноосферы. Эта способность требует принципиально нового менталитета, как у специалистов, так и у всего населения, и теснейшим образом связана с геоэкологизацией жизнедеятельности и воспитательно-образовательной работы. Процессы геоэкологизации приобретают в XXI столетии огромное социально-экономическое значение. Только на этом пути человечество достигнет гармонии в удовлетворении своих производственных, социальных, духовных экологических, экономических и культурных потребностей.

Задание 1

1. Нарисуйте схему взаимоотношений литосферы - земной коры - мантии -

биосферы - ноосферы - техносферы. Изложите принципы экологизации и геологизации хозяйственной деятельности человека.

2. Раскройте содержание понятия «литосферное строительное пространство», определите параметры этого пространства в континентальных, океанических и переходных типах разреза земной коры.

3. Изучите на практике классификационную принадлежность источников техногенеза (загрязнителей природной среды).

Выявите вместе с преподавателем на экскурсии по производственной территории все имеющиеся источники техногенеза и факты загрязнения окружающей среды. При этом установите:

- 1) классификационную принадлежность источников техногенеза, а также характер загрязнения (дым, пыль, сточные воды и т.д.);
- 2) охарактеризуйте конкретные источники техногенеза;
- 3) характер вредного воздействия на человека или элементы природной среды.

Возвратясь с экскурсии в аудиторию, опишите свои наблюдения в тетрадях, заполнив таблицу (таблица 1.2).

Таблица 1.2 Классификационная принадлежность и количественная оценка техногенного воздействия на природную среду и человека

Объект	Классификационная принадлежность	Загрязнитель и его принадлежность	ПДК, ПДВ, ПДУ и их превышение	Мероприятия
1	2	3	4	5

2 Безотходные технологии

Решение проблемы охраны и рационального использования окружающей среды возможно только на основе внедрения безотходных и малоотходных технологий /3, 6,147,148/. Технология - наука, изучающая способы и процессы переработки продуктов природы (сырья) в предметы потребления и средства производства. Она традиционно делится на механическую и химическую. Механическая технология рассматривает процессы изменения формы или внешнего вида материала, а химическая - процессы коренного изменения состава, свойств и внутреннего строения вещества. Химическая технология доминирует в химической промышленности, металлургии, переработке топлива, тяжелом органическом синтезе. Эти производства наносят максимальный вред окружающей среде, особенно сжигание топлива на ТЭЦ и автотранспорте (40 %) и химические процессы на предприятиях черной и цветной металлургии (35 %). Наименьший вред природе наносят малоотходные и безотходные технологии.

Термин «безотходная технология» предложен академиками Н.Н. Семеновым и И.В. Петряновым-Соколовым и получил широкое распространение. Идеи безотходной технологии, как отмечено выше, изложены еще в 1885 году Д.И. Менделеевым в статье «Письма о заводах» /152/. Он писал: «...Множество технологических производств имеют так называемые отбросы, т.е. совершенно пренебрегаемые в экономическом отношении результаты химических превращений, которые, однако, сами по себе иногда становятся со временем исходною точкою нового производства, весьма большой важности. Если непрерывность есть первый принцип заводского дела, то вторым должно стать, по моему мнению, отсутствие отбросов. Производство совершенствуется явно, когда оно, во-первых, становится непрерывно равномерным, во-вторых, когда оно не дает отбросов» /152, с. 288/. И далее: «...По мере совершенствования всякой заводской отрасли она стремится более и более сократить или совершенно уничтожить отбросы» /152, с. 289/.

Сегодня безотходную технологию рассматривают в основном с позиций охраны окружающей среды. И потому складывается мнение, будто безотходная технология требует больших затрат. Уже Д.И. Менделеев доказал абсурдность такой точки зрения.

Под безотходной технологией понимается идеальная модель производства, ее теоретический предел. Практически эта модель может быть реализована лишь частично. Химический технологический процесс делится на три основные стадии:

- 1) подвод сырья в зону реакции;
- 2) химические реакции;
- 3) отвод продуктов из зоны реакции /3/.

Отходы образуются в основном за счет:

- а) примесей в сырье, которые не используются в данном процессе для получения готового продукта;
- б) веществ, возникающих в результате побочных химических реакций;
- в) из-за неполного протекания процесса и израсходования полезного компонента в сырье.

Сокращение отходов на каждой стадии процесса сопровождается интенсификацией и увеличением его эффективности. Уменьшается образование отходов при использовании чистого, концентрированного сырья. При этом повышается скорость протекания процесса и производительность оборудования. Такой же эффект даёт уменьшение скорости протекания побочных реакций, например, за счет увеличения селективности процесса, увеличения полноты протекания процесса, чему способствует подбор оптимальных условий режима, подбор соответствующих катализаторов и т.д. В результате не только уменьшается количество отходов, но и увеличивается эффективность производства. Проблема охраны природы решается и технически, и экономически. Это направление следует считать главным в природоохранной политике и в экологизации хозяйственной деятельности человека.

Малоотходная технология рассматривается как промежуточная при создании безотходного производства. При такой технологии часть сырья переходит в отходы и направляется на длительное хранение, но количество вредных веществ не превышает уровня, допустимого санитарными нормами. Пример малоотходной технологии имеется на Челябинском электролитно-цинковом заводе, где осуществлена реконструкция сернокислотного производства, в результате чего резко снижено количество отвальных цинковых кеков и выбросов сернистого газа ($< 0,01\%$), а цикл по воде на $97,9\%$ стал замкнутым.

Д.И. Менделеев отметил, что отходы одних отраслей хозяйства являются потенциальными ресурсами для других. Необходимо обеспечить комплексное использование сырья и реализовать отходы в качестве вторичного сырья.

Известный специалист в области экологии Барри Коммонер указал на неконкретность основных законов этой науки:

- 1) все связано со всем;
- 2) все должно куда-то деваться;
- 3) природа знает лучше;
- 4) ничто не дается даром.

«Природа знает лучше», и в ней в совершенстве отлажен механизм безотходности, но как он действует? Что именно «знает природа»? В некоторых засушливых районах планеты под влиянием естественных геохимических условий возрастает концентрация селена в растениях. Кормовые травы оказываются ядовитыми для скота. В областях вулканической деятельности засушливый климат способствует иногда активному накоплению фтора. Академик А.П. Виноградов исследовал один из районов Сибири и установил, что накопление в воде изотопов стронция-90 привело к появлению разнообразных уродств у людей. И это не связано с дефектами технологии. Наши знания о природных ландшафтах, о механизме их жизнедеятельности, о переходе вещества из косной материи в биосферу, и наоборот, недостаточны, чтобы делать обобщение и практические выводы. Требуется познание законов, по которым живет и развивается окружающая среда, с тем, чтобы при проектировании и разработке новых технологий, размещении промышленных предприятий учитывать территориальные особенности, не наносящие вред природе.

При экологизации и геологизации производства целесообразно

сосредоточить внимание на охарактеризованных ниже основных направлениях развития и внедрения безотходной технологии.

2.1 Комплексное использование природных ресурсов

Еще в 1933 году академик А.Е. Ферсман отмечал: «Комплексная идея есть идея в корне экономическая, создающая максимальные ценности с наименьшей затратой средств и энергии, но это идея не только сегодняшнего дня, это идея охраны наших природных богатств от их хищнического расточения, идея использования сырья до конца, идея возможного сохранения наших природных запасов на будущее» /175/.

Об огромных возможностях комплексного и полного использования природных ресурсов свидетельствуют отечественные разработки технологических схем переработки апатитонефелиновых руд, которые флотируются на апатит и нефелин. Нефелин перерабатывается на металлургическо-химико-цементных комбинатах. Степень переработки руды в конечные продукты не превышает пока 65 %, при более полном использовании нефелина и извлечении титаномагниевого концентрата этот показатель можно довести до 96 %. При производстве глинозема, соды, поташа и портландцемента в отходы поступает нефелиновый шлам, складирование которого обходится в 5-6 р. за каждую тонну (в ценах 1984 г.). Отвалы шлама составляют многие миллионы тонн. Шлам может быть использован при изготовлении портландцемента, в качестве тонкодисперсных наполнителей при производстве резины, сорбентов, пластмасс, линолеума, автоклавного кирпича (аналога силикатного), огнеупоров, бетона, стекла, ситаллов, включается в литейные формовочные смеси, применяется в дорожном строительстве и горно-технической рекультивации.

Апатитовый концентрат перерабатывается с получением фосфорной кислоты и ее солей, ценнейших удобрений, фтористых солей, редких и редкоземельных элементов, цемента и гипса. При этом реализуется 90 % фосфора и 50 % фтора. Из каждой перерабатываемой тонны окиси фосфора образуется 4 тонны фосфогипса. В отходы поступает до 50 % солей фтора. Фосфогипс целесообразно использовать в качестве сухого мелиоранта солонцовых почв вместо природного гипса, при производстве гипсовых вяжущих и гипсовых изделий, цемента, серной кислоты, сульфата аммония, мела.

Из медных руд, возможно, извлечение до 25 ценных элементов. Пока степень извлечения их не достигает и 50 %. На Гайском медно-колчеданном месторождении из пород вскрыши производится до 400 тыс. тонн в год строительного щебня. Минерал пирофиллит направляется на производство керамических изделий, сернокислые шахтные воды используются для лечебных ванн в местных профилакториях, а рыхлые породы вскрыши – для горно-технической рекультивации отвалов /143/.

При комплексном использовании природных ресурсов предполагается и повторное производство изделий по схеме: сырье - продукт - сырье. То есть после продолжительного срока службы и выхода из строя изделий должны быть обеспечены не только их ремонт и восстановление, но и перевод в исходное сырье

для производства другого продукта.

Комплексное использование сырья позволит экономить это сырьё и энергию, расходуемую на его переработку. В сжигаемом нами топливе содержатся ценнейшие элементы: ванадий, никель - в мазуте, германий и редкие земли - в ископаемых углях и т.д. /96, 97/. Эти элементы мы пока не извлекаем, а на производство ванадия на Качканарском ГОКе, никеля на Норильском комбинате и комбинате Южуралникель тратим сотни миллионов рублей. В то же время технология получения ванадия и никеля из мазута, германия и редких элементов из зол углей разработана и необходимо её внедрение.

2.2 Утилизация вторичного сырья

Переход на интенсивную технологию требует существенной экономии материальных и энергетических ресурсов за счет и умелого использования отходов, превращаемых во вторичные ресурсы /96, 110-111/. В России имеется небольшой опыт использования вторичных ресурсов, но в целом мы отстаем от передовых стран в переработке отходов промышленности, сельского хозяйства и быта.

В Великобритании, например, повторно используемые металлы в общем объёме от потребляемых составили еще в 1977 году: цинк – 22 %, олово - 24 %, алюминий - 29 %, медь - 32 %, свинец - 60 %, железо и сталь - 67 %. В США половина потребляемых черных металлов и свинца обеспечивается вторичными ресурсами, медь и никель - более чем на 40 %, олово и титан - 30 %, алюминий, цинк и бумага - 24 %, магний - около 15 % /3, 6, 139/. При производстве кирпичей используются смеси из золы (до 72 %), шлака угольных электростанций (до 25 %) и силиката натрия, как связующего (до 3 %). Литые изделия из шлака в виде фасонных изделий, плит для облицовки полов и тротуаров, труб, брусчатки для дорог широко применяются в США и ряде других стран. В Японии вторично используется до 60 % нефтепродуктов, 40 % автопокрышек, 35-44 % черных металлов, свинца, резины и бумаги, 21-32 % меди, цинка, алюминия, 15 % пластмасс.

В Германии потребность в смазочных материалах на 20 % удовлетворяется за счет отработанных масел; в стекле - на 75 % за счет утиля. Сбор вторичных материалов за последние 10 лет увеличился на 30-35 %; при повторном использовании более 100 млн. бутылок и банок ежегодно экономится 30 тыс. т песка, 10 тыс. т соды, 15 млн. м³ природного газа и 18 млн. кВт/ч электроэнергии; за счет регенерации каждой тонны смазочных масел экономится 6 т нефти. При этом затраты на утилизацию не превышают 50 % затрат на производство моторного масла, а экономический эффект достигает 18,9 руб/т. Повторно использованное стекло в общем объёме его производства в Великобритании достигает 10 %, Ирландии – 8 %, Австралии и Франции – 20 %, Италии – 21 %, ФРГ – 28 %, Бельгии – 32 %, Швейцарии – 42 %, Нидерландах – 47 %.

Вопросам вторичного использования ресурсов уделяется большое внимание: проводятся ежегодные международные совещания, конференции, симпозиумы по безотходной и малоотходной технологии.

В бывшем СССР использовалось 64,5 млн т металлоотходов в год. Ежегодно

из вторичных материалов выплавлялось 50 млн. т стали, что сберегало до 190 млн. т железной руды, 75 млн. т коксующегося угля и флюсового известняка, 325 млрд. кВт/ч электроэнергии /3, 6, 138, т.17, с.7/. В России за счет использования вторичного сырья производится 25 % картона и бумаги и 20 % цветных металлов. Энергоемкость производства из вторичного сырья по сравнению с энергоёмкостью производства из первичного ниже: алюминия - в 20 раз, стали - в 10 раз. Капитальные вложения при этом также снижаются в 4 раза.

При переработке вторичных ресурсов меньше загрязняется окружающая среда, чем при использовании первичного сырья. Так, при производстве стали из металлолома количество твердых отходов снижается на 92 %. При производстве картона и бумаги из макулатуры расход энергии и выход загрязнителей снижается более чем на 70 % /6, 138/.

Отраслью, потребляющей большое количество отходов в качестве исходного сырья, является промышленность строительных материалов. Вскрышные и вмещающие породы угольных, сланцевых, рудных и других месторождений, а также шлаки, шламы, зола и отходы, образующиеся при обогащении и комплексной переработке полезных ископаемых, – это ценнейшие вторичные ресурсы. Из них производятся: цемент, кирпич, керамика, плитки, стекло, стеновые блоки, трубы. Изготавливаются строительные изделия, растворы, нерудные материалы, а также удобрения и сухие мелиоранты. При производстве строительных материалов и изделий на предприятиях Минстройматериалов РФ ежегодно используется свыше 200 млн т различных отходов. Это дает экономический эффект в 1 млрд. рублей (здесь и далее в ценах 1984 года). При использовании активных гидравлических добавок к цементу экономится до 14 млн. т топлива. Так, на Ангарском цементно-горном комбинате вместо отсутствующей здесь глины используют золу с местной ТЭС. Это значительно сокращает расход топлива и снижает себестоимость цемента. Сегодня в стране на каждые 100 млн. т производимого цемента в качестве добавок в сырьевую шихту используется 20 млн. т отходов других отраслей хозяйства: доменные гранулированные шлаки, нефелиновые шламы, колчеданные огарки, золы ТЭЦ, остатки химического и целлюлозно-бумажного производства. В России с 1990 года при производстве цемента ежегодно расходуется около 24 млн. т различных шлаков и 5 млн. т шламов. В целом каждые 10 млн. т гранулированного шлака, используемого при производстве портландцемента, дают экономию до 30 млн. р. Целесообразно внедрение в производство цемента, огне-жидкого шлака, каждая тонна которого при обогащении известью и другими активными добавками может дать до 2 т цементного клинкера. На большинстве крупных металлургических предприятий страны действуют специальные гранулированные установки для переработки шлаков. Вскрышные и попутные вмещающие породы используются на десятках предприятий страны, получающих из отходов ценную продукцию. Себестоимость песка и щебня на этих предприятиях на 30-50 % ниже, чем по отрасли в целом. На предприятиях асбеста Урала ежегодно производится до 20 млн. т различных нерудных материалов: комбинаты КМА ежегодно поставляют Старооскольскому цементному и Губкинскому заводу

силикатного кирпича 4 млн. т мела и 2 млн. т песка. Для производства кирпича в стране ежегодно расходуется 4,5 млн. м³ древесных опилок, ранее сжигавшихся. Включение в состав сырья опилок значительно сократило срок его сушки, снизило вес изделий и улучшило их теплоизоляционные свойства.

Утилизация отходов позволяет избавиться от затрат на их хранение. Затраты на хранение отвалов превышают 1,5-2 р/т и только для фосфогипса в ПО «Аммофос» составили 10 млн. р., а в целом по России превысили миллиард рублей. Под отвалами заняты сотни тысяч гектаров ценных земель, выведенных из хозяйственного использования, а сами отвалы являются интенсивными загрязнителями окружающей среды.

Утилизация 1 млн. т изношенных автомобильных шин может сэкономить стране 700 тыс. т резины, до 150 тыс. т текстиля и волокон, до 40 тыс. т стали. В масштабах страны утилизация шин обеспечивает производство 18 млн. шин. Экономия только капитальных затрат достигается в размере 280 млн. р. /6, 96/.

Огромные сырьевые резервы таят в себе промышленные и бытовые отходы городов. Плохо организованные и стихийные свалки Перми, Челябинска, Екатеринбурга, Оренбурга, Березников, Соликамска и других городов, захламливаемые производственные площадки и пустыри представляют собой богатые «месторождения» полезных ископаемых, неиспользуемых вторичных ресурсов. При неразвитой заготовительной сети по приему и переработке вторичного сырья в стране не потребляется и 2 % накапливаемого объема. Необходимо создавать цехи и предприятия по утилизации и переработке городских отходов и мусора. Если при этом заработает закон стоимости и переработка отходов превратится в рентабельное производство, то само понятие «отходы» исчезнет из хозяйственного обихода /148/.

Для Оренбуржья, Пермского Прикамья и других регионов наряду с утилизацией городских отходов большое значение имеет развитие базы индустрии строительных материалов. Из древесных отходов, макулатуры, местных растительных отходов следует наладить производство строительного бруса, плит и других изделий с применением местных магнезиальных, известковых и гипсовых вяжущих материалов. В первую очередь необходимо направить огромные запасы шлаков и шламов металлургических предприятий, золы Углеуральской, Орской и других ТЭЦ на производство шлако- и пенобетонов, шлакоблоков, вяжущих, стекловолокна, строительного песка, разнообразных строительных изделий. Производство строительного песка и щебня следует развивать на базе переработки отвалов крупных карьеров и месторождений (Киембаевское асбестовое, Ново-Асбестовское, Гайское медно-колчеданное и др.). Производство гипсолитовых плит и изделий целесообразно развернуть, например, в г. Кувандыке, для чего могут быть использованы накопленные здесь сотни тысяч тонн отходов криолитового производства (фторогипс, борогипс). Большую ценность представляют залежи пиррофиллита на Гайском месторождении. Производство из них керамических изделий также усилит базу стройиндустрии региона. Золы и шлаки, скопившиеся на многих предприятиях Урала, шламы Медногорского медно-серного комбината, Кировоградского, Карабашского, Красноуральского медеплавильных и других

заводов, следует также использовать в качестве сухих мелиорантов в сельском хозяйстве. Огарки и отвалы пород и некондиционных углей на Тюльганском и других буроугольных месторождениях есть смысл исследовать на предмет использования при производстве кирпича и других строительных материалов.

Для разработки развернутой программы по расширению использования вторичных ресурсов в народном хозяйстве страны в целом, и каждого региона в отдельности, предстоит, прежде всего, вернуться к начатому в советский период составлению накопительных каталогов и кадастров отходов промышленности, сельского хозяйства и быта, а также к сбору материалов по технологическим процессам утилизации различных отходов, к созданию для этих целей типовых установок, оборудования и приборов.

Кроме того, необходимо приступить к реализации ресурсов небольших залежей и месторождений, которые не представляют ценности для крупного производства, но могут помочь в решении народнохозяйственных, энергетических и социально-бытовых задач небольших районных центров, населенных пунктов и хозяйств. Незначительные залежи строительных материалов, пород, содержащих полезные компоненты (глауконитовые пески, залежи битуминозных и илистых пород и т.д.), возможно рассматривать в качестве вторичных ресурсов геологоразведочного производства.

2.3 Безотходные территориально-производственные комплексы

Комплексное использование сырья с утилизацией отходов производства легче организовать в масштабе промзла или региона, чем одного производства /6, 131, 147, 148/. Экономически более целесообразно использовать отходы либо в смежных производствах, где они могут играть роль сырья или полуфабрикатов, либо на специализированных предприятиях по совместной переработке отходов различных производств и отраслей хозяйства. Чтобы предприятия могли перейти на безотходную технологию, нужна модернизация производства, требующая крупных капитальных вложений. С технико-экономических позиций они могут быть необоснованными. Поэтому более результативным является постепенное совершенствование производства путём поэтапного внедрения малоотходной технологии.

На межотраслевом уровне легче создать замкнутые производственные циклы, где используются отходы производства. В горнодобывающей промышленности расширение номенклатуры сырья за счёт отходов позволяет без существенных капитальных и трудовых затрат увеличить объем производства на 25-30 % и ежегодно получать дополнительной продукции не менее чем на 20 млрд. руб. /3, 6/. Межотраслевые связи особенно эффективны в пределах одного региона или, так называемых, территориально-производственных комплексов (ТПК). Такие ТПК создаются на базе использования природных ресурсов, специфичных для данного региона. При этом складываются

благоприятные условия для тесного кооперирования различных производств, использования отходов одних предприятий на других. В России сформировались

Средне-Уральский, Южно-Уральский, Тимано-Печорский, Саянский и другие ТПК, а также Канско-Ачинский топливно-энергетический комплекс. Перспективным будет создание подобных комплексов в пределах промышленного узла со сравнительно небольшими перевозками сырья и достаточным набором коммуникаций, хозяйственных и промышленных объектов. Появится возможность выбора вариантов по утилизации отходов и кооперации обслуживающего персонала, материально-технической базы и разных производств. Наиболее предпочтительны те варианты, которые позволяют снизить капитальные затраты на новое строительство до 20 %, а себестоимость продукции - до 30 %. Снижаются затраты на создание инфраструктуры и формирование сбалансированной структуры производства. Экономия достигается и за счет сокращения землеемкости производства. При специализированной и подземной застройке удельная землеемкость на 1 млн. р. капитальных вложений составляет: в химических производствах – 6-8 га, в нефтеперерабатывающей промышленности – 5-7 га, в машиностроительной – 2-4 га, в горно-химической – 20-22 га /6, 96/. При формировании ТПК в промузле значительно повышается коэффициент уплотнения застройки с экономией до 50 % земельных площадей.

Накоплен большой практический материал и доказана технико-экономическая целесообразность внедрения безотходной технологии практически во всех отраслях народного хозяйства и применительно к отдельным регионам страны /3, 130/. Речь идет о создании безотходных территориально-производственных комплексов с замкнутым циклом материальных ресурсов, комплексным использованием производственного пространства и отходов производства как об основном направлении развития экономики и природопользования.

Один из ТПК сформирован в пределах региона Курской магнитной аномалии (КМА) на площади 59,9 тыс. км² с населением около 3 млн. человек. Здесь экономически обоснованна разработка полезных ископаемых открытым способом с отводом больших площадей земель. Вместе с рудой на КМА ежегодно добывается 80 млн. м³ пород - кристаллических сланцев, глин, песков, суглинков, мела. Породы используются для производства цемента, известковой муки, строительного песка, стеновых материалов, дефицитных в условиях Центрально-Черноземной зоны. Суглинки и глины применяются при строительстве дорог, дамб, при рекультивации земель и как сырьё для старооскольских цементного и керамзитового заводов. Мел из Стойленского карьера служит ценным сырьем для Губкинского завода сухих минеральных красок и Старооскольского цементного завода. Пески и скальные, вмещающие руду породы, используются на собственные нужды горно-обогатительных комбинатов, а в объеме 200 тыс. м³/год поступают на производство железобетонных и силикатных стеновых изделий. В целом, из 80 млн. м³ вскрышных пород в хозяйственный оборот вовлечено только 13,9 млн. м³ в год, из которых 8,9 млн. м³ идет на собственные нужды комбинатов /6, 138/.

Институтом ЦНИИЧермет выполнена технико-экономическая оценка использования на КМА попутных продуктов (таблица 2.1). Селективная выемка и транспортировка попутных продуктов увеличивает затраты на добычные работы

на 20 %, однако эти затраты полностью окупаются, так как попутная продукция значительно дешевле специально добываемой.

Важным элементом безотходного производства на КМА является вода, проблема которой решается путем использования дренажных и рудничных вод. На Лебединском ГОКе на технические цели расходуется 23,6 млн. м³ дренажных вод с экономическим эффектом 734,4 тыс. р. в год, а на хозяйственно-питьевые нужды – 2,5 млн. м³ очищенных дренажных вод. Это обеспечивает экономический эффект в 72 тыс. р. в год. Использование рудничных вод на орошение в сельском хозяйстве дает экономический эффект в 49 коп/м³ воды /6, 96, 138/.

Таблица 2.1 Использование попутных продуктов на КМА* /97/

Виды строительных материалов	Затраты, руб/т (м ³)			Экономическая Эффективность, руб./т (м ³),
	эксплуатационные	капитальные	приведенные	
Щебень	<u>1,09</u> 1,96	<u>4,06</u> 9,45	<u>1,70</u> 3,38	1,68
Кирпич силикатный	<u>15,57</u> 18,55	<u>48,90</u> 56,81	<u>22,91</u> 27,07	4,16
Кирпич глинистый	<u>26,62</u> 29,61	<u>118,3</u> 131,40	<u>44,37</u> 49,32	4,30
Цемент	<u>6,87</u> 9,70	<u>25,66</u> 34,20	<u>10,72</u> 14,83	4,11
Песок строительный	<u>0,80</u> 0,92	<u>2,02</u> 4,69	<u>1,10</u> 1,63	0,53
Известковая мука	<u>3,05</u> 3,59	<u>8,67</u> 11,12	<u>4,50</u> 5,26	0,76

- В числителе - показатели попутного производства на КМА, в знаменателе - то же на специализированных производствах.

Пригородные зоны городов Урала превращены в свалки бытовых и промышленных отходов. Отходы при этом не сортируются, а перемешиваются и невозможно организовать их переработку. Опыт ОХМК, имеющего мартеновские и доменные шлаки, и С.-Петербургского завода механизированной переработки бытовых отходов доказывает, что технологически эта проблема решаема. Один только С.-Петербургский завод перерабатывает около 0,5 млн. м³ в год городского мусора из 1,5 млн. м³ твердых бытовых отходов, которые раньше в С.-Петербурге вывозились на свалки. Отходы доставляются на завод в специальных мусоровозочных контейнерных машинах и сортируются. На электромагнитных сепараторах отделяются черные металлы, которые подаются на пресс и

пакетируются по 60-100 кг. Остальные отходы измельчаются в специальной дробилке и обезвреживаются. В аппаратах-биобарабанах за 1-3 суток мусор

перерабатывается в компост. Биобарабан представляет собой герметичный вращающийся аппарат диаметром 4 м и длиной 60 м, в который противотоком подается воздух, регулируются влажность и жизнедеятельность микроорганизмов. Температура процессов поддерживается на уровне 50-60 °С, благодаря чему гибнут яйца гельминтов, личинки и куколки мух, патогенная микрофлора. После биобарабанов материал просеивается на открытых площадках, где и осуществляется дозревание компоста и его складирование. Неразлагаемая часть мусора после отделения просеиванием поступает на захоронение, а компост используется в теплицах и на полях в качестве удобрений и сухих мелиорантов. В год завод получает около 70 тыс. т компоста, 2 тыс. т черных и около 0,5 тыс. т цветных металлов /6, 143/.

До 40 % всех отходов, (из текстиля, пластмасс, резины, кожи, камня и дерева) не компостируется. Доказано, что в результате их термической обработки (пиролиза) возможен переход к производству углеродистого твердого остатка (пирокарбоната), газа и смолы. Они могут быть использованы в сталелитейном и резинотехническом производствах вместо дефицитных сажи и графита. Газ и смола – это также ценное энергетическое топливо.

Такие же заводы необходимо построить в городах и районах Урала, предусмотрев переработку и утилизацию как бытовых, так и промышленных отходов. Таким образом, в формируемых территориально-производственных комплексах возможно реализовать огромное количество вторичных ресурсов, которые сегодня представляют собой главный источник загрязнения окружающей среды, источник повышенной заболеваемости населения.

2.4 Об экологически безопасных процессах

Опыт создания экологически безопасных производств имеется в химической и газовой промышленности, в цветной и черной металлургии, в энергетике /109-113/. Замена пирометаллургических процессов на гидрометаллургические и автоклавные резко уменьшает объемы вредных газообразных выбросов. В США освоен гидрометаллургический способ извлечения меди из сульфидных концентратов с содержанием меди 28 %, железа 20 % и серы 30 %. Концентраты выщелачивают подкисленным раствором хлорида, переводя в раствор медь и железо в виде хлористых солей, а элементарная сера остается в осадке. Фильтрат упаривают и окисляют кислородом. Из него осаждают железо и отфильтровывают в виде комплексного хлористого соединения. Затем из раствора выделяют кристаллы солей меди, которые затем расплавляют; восстанавливают медь водородом, агломерируя на песчаном слое в специальной установке. Медные агломераты, содержащие 92 % соединений меди, переплавляют, получая медь, пригодную для изготовления высококачественной проволоки. Этот процесс отличается низкой энергоемкостью и экологически чист.

К малоотходным процессам в электрометаллургии относится также кислородная электротермическая плавка во взвешенном слое (КИВЦЭТ). Мелкодисперсный концентрат окисляется кислородом и плавится в камере; затем в отстойной ванне шлак отделяется от штейна. В электротермическом отделении

шлак восстанавливается коксом с возгонкой и последующим улавливанием паров цинка. При плавке концентрата с применением кислорода выделяется много тепла, утилизация которого компенсирует часть энергозатрат. Применение агрегата относительно малого объема и использование технического кислорода позволяют не только увеличить содержание двуокиси серы в отходящих газах, но и уменьшить их количество, что резко повышает рентабельность процессов, в связи с получением из двуокиси серы серной кислоты. Создан агрегат и отработана технология производства. Это обеспечивает реконструкцию свинцово-цинковой промышленности. Ряд иностранных фирм закупили лицензии на технологию КИВЦЭТ и его аппаратное оформление.

В черной металлургии методами наводороживания или прямого восстановления железа из руд конвертированным природным газом успешно внедряется непрерывная разливка стали. На электрометаллургическом комбинате в Старом Осколе внедрение этого метода исключило из технологии доменный процесс, вывело из цепочки коксохимическое производство. Втрое сократилось потребление воды и сброс сточных вод. Почти исключено образование шлаков и выбросы в атмосферу. Орско-Халиловский металлургический комбинат загрязняет атмосферу в районах городов Новотроицк, Орск, Гай на 90 %, формируя зону опустынивания площадью более 2 тыс. га. Он загрязняет воду в бассейне р. Урал на отрезке до г. Оренбурга солями тяжелых металлов.

Крупным загрязнителем в Предуралье и в Прикаспии является нефтяная и газовая промышленность. В атмосферу и окружающую среду выбрасываются многие миллиарды кубометров кислых газов, содержащих метан, бенз(а)пирен, меркаптаны и другие канцерогенные соединения. Положительным в этих отраслях является опыт геологизации производства с применением таких геотехнологий, как сайклинг-процесс, с использованием подземного пространства для хранения продуктов, полупродуктов и отходов производства. Экологическая чистота технологии и рентабельность нефтегазового производства возрастают при использовании подземных резервуаров и геологизации производственных процессов. При этом снижаются степень аварийности производства и размеры отводимых под сооружения и коммуникации площадей плодородных земель. Внедряется передовой сайклинг-процесс, в соответствии с которым из недр наиболее полно добывается конденсат, а природный газ на первых этапах возвращается в пласт для поддержания высокого пластового давления. Газ начинает добываться только после того, как конденсат максимально извлекается из недр. В том же случае, когда форсируется добыча газа, большая часть газового конденсата и нефти остается навсегда в недрах в неизвлекаемой форме. К прогрессивным технологиям относится подземная газификация углей.

В России разработана практически безотходная по газовым выбросам циклическая схема производства серной кислоты на основе использования серы и технического кислорода. По этой схеме за счет многократного возврата в контактный аппарат частично прореагировавшей газовой смеси степень окисления серы доводится до 99,99 %. Малый объем газопылевых выбросов благодаря высокому содержанию двуокиси серы легко поддается очистке традиционными методами.

К исключительно прогрессивным технологиям относится производство цемента на основе использования доменного огне жидкого шлака ОХМК на Новотроицком заводе. Каждая тонна такого шлака при обогащении ее известью и другими активными добавками даёт до 2 т цементного клинкера. При этом резко сокращаются энергетические затраты цементного завода, значительно увеличивается производство, уменьшаются отходы и полностью решается проблема складирования и обезвреживания доменных шлаков, запасы отвалов которых достигли в пойме Урала 30 млн. т. Элементы безотходной технологии при этом одновременно внедряются на предприятиях двух отраслей.

Крупные ТЭЦ и металлургические предприятия страны при более совершенной организации производства на основе внедрения безотходных технологических процессов могут превратиться в комплексные предприятия, на которых из золы и шлаков будут получать редкие металлы (титан, ванадий, германий и др.), удобрения и сухие мелиоранты, строительные материалы и изделия. Отходящее тепло можно широко и эффективно использовать в жилищно-коммунальном, парниковом, рыбном хозяйстве и т.д.

2.5 Газоочистка

Высокая загазованность районов крупных предприятий и транспортных магистралей промышленных центров Урала и России в целом, где ПДК загрязненных выбросов в атмосфере превышена местами в 10-20 раз и более – результат отсутствия эффективных очистных сооружений и нейтрализаторов на выхлопных трубах автомашин /6, 71/. Работа очистных сооружений крупных ТЭЦ затруднена, поскольку общие объемы газопылевых выбросов достигают 1 млн м³/ч, хотя концентрации вредных веществ в выбросах превышают ПДК всего в несколько раз. Высока и стоимость очистки отходящих газов. И как свидетельствуют специалисты, времена дешевой электроэнергии в связи с этим ушли в далекое прошлое.

Большими выбросами вредных веществ в атмосферу объясняется и то, что в районе одного из крупнейших в мире Оренбургского газо-химического комплекса санитарная зона составляет 5 км вместо 1 км по нормативам. На предприятии сжигается огромное количество природного газа из-за несовершенства технологии его переработки. Это дорого обходится населению и предприятию, о чём свидетельствуют события в районе с. Мужичья Павловка, которое находится в 4,6 км от завода. Под заводом имеются подземные коллекторы, куда можно закачивать газ, направляемый ныне на сжигание. То есть подземные емкости могут стать аккумуляторами той части ресурсов, которую сегодня мы не в состоянии переработать и вынуждены сжигать из-за несовершенства технологии. Создавая вторичные ресурсы, мы обеспечиваем сырьём наше будущее.

При очистке газопылевых выбросов от взвешенных твердых и жидких частиц эффективно применение тканевых и электрофильтров, пылеуловительных камер, циклонов, батарейных циклонов, мокрых скрубберов и других аппаратов. Фильтры из термически и коррозионно-стойких материалов эффективно работают

при температуре до 900 °С.

Вопросы очистки газопылевых выбросов от газообразных и парообразных загрязнителей рассмотрены в следующей главе.

2.6 Бессточные технологические процессы

Вода хозяйственно-питьевого назначения во многих районах страны не соответствует требованиям санитарных норм (см. главу 4). Единственный выход из создавшегося положения – повсеместный переход к оборотным системам водоснабжения и полное прекращение сброса сточных вод в водоемы (см. раздел 4.7). Однажды взятая из водоема вода уже не должна исключаться из системы водопровод – канализация – очистные сооружения – промышленный водопровод /6, 93, 148/. Потери воды из замкнутой системы происходят за счет испарения, утечек по причине негерметичности технологических линий, извлечения с осадком, образующимся при очистке сточных вод. Потери восполняются за счет забора дополнительной воды, в первую очередь ливневых или сточных вод соседних производств. Чтобы полностью исключить сброс сточных вод в водоемы, необходимо создать оборотные системы водоснабжения не только в пределах отдельных предприятий, но и в масштабе промышленных узлов и районов. Это позволит вернуть крупные природные водоемы к естественному состоянию и приостановить деградацию биocenозов /93,94/.

Внедрению оборотных систем водоснабжения на предприятиях препятствует наличие 3-5 % трудно очищаемых и не очищаемых сточных вод, которые не поддаются очистке и снижают общую эффективность работы очистных сооружений. На нефтяных и газовых промыслах вместе с нефтью и газом из пласта извлекаются попутные пластовые воды и рассолы. Трудно очищаемые сточные воды целесообразно отделять и направлять в поглощающие или продуктивные горизонты земной коры или локализовать иным способом /6, 93, 119, 127/. В масштабах промышленного узла экономически целесообразно создавать для таких вод системы малой промышленной канализации. Она может быть представлена системой закачки стоков в поглощающие горизонты или системой поддержания пластового давления на нефтегазопромыслах.

Основным звеном оборотных систем водоснабжения служат очистные сооружения: локальные на предприятиях и общеузловые городские. Промышленные и бытовые сточные воды после их определенной подготовки нередко используются в сельском и коммунальном хозяйстве для полива лесонасаждений и на сельскохозяйственных полях орошения.

Почти во всех случаях сточные воды перед их использованием подвергаются подготовке или очистке, глубина которой может быть различной (см. раздел 4.8). По санитарным нормам уровень очистки загрязненных сточных вод перед сбросом их в водоемы должен достигать 99,9 %. Практика же свидетельствует о том, что очистка их до уровня 90 % достаточно рентабельна, а более полная очистка (до 99,9 %) стоит уже в 10 раз дороже. Поэтому велика стоимость очистных сооружений, она достигает 30-40 % стоимости предприятия. Прямоточная система водоснабжения по схеме: водоем – технология – очистные

сооружения – водоем экологически ненадежна и экономически невыгодна (рисунок 4.2). Предприятие берет и должно отдавать тоже чистую воду. Замкнутый цикл водообеспечения не требует глубокой очистки сточных вод, достаточна лишь частичная, технологически приемлемая очистка. Это значительно дешевле и при этом полностью прекращается сброс сточных вод в водоемы (рисунок 4.3).

Правильно выбранное технологическое решение не причинит ущерба ни природе, ни предприятию. Например, на Верх-Исетском металлургическом заводе разработана и внедрена замкнутая система водоснабжения мощностью в 400 тыс. м³/сут. Завод практически справился со сложной проблемой водообеспечения производства. Аналогичные системы внедрены на Первоуральском новотрубном и Лысьвенском металлургическом заводе. Получен высокий эколого-экономический эффект.

Очистные сооружения располагаются с учетом розы ветров, с подветренной стороны относительно жилых массивов и ниже по потоку поверхностных и подземных вод. Гипсометрия местности в районе очистных сооружений должна обеспечивать самотечное перемещение жидкостей от сооружения к сооружению, и система водоотведения должна находиться выше уровня затопления в паводок. Локальные очистные сооружения построены на многих предприятиях, но они не могут обеспечить требуемого уровня очистки воды, и их необходимо усилить районными или общегородскими очистными сооружениями. В Оренбургской области очистные сооружения отсутствуют в подавляющем большинстве районов. Население пьет воду, не соответствующую санитарным нормам. Высокие темпы роста загрязнения водоемов свидетельствуют о недостаточности прилагаемых сегодня усилий. Надо ужесточить экономическую политику, обеспечить предприятия, население и органы госконтроля расходомерами и другими измерительными приборами.

Необходимо организовать комплексное территориальное использование воды, разработать и внедрить безводные или мало водоемкие технологические процессы, создать взаимодействующие системы локального и общегородского (районного) водоснабжения. При использовании воды в технологических целях:

- шире внедрять воздушное охлаждение вместо водяного;
- многократно и последовательно применять воду в технологических операциях;
- технологическим путем исключать образование стоков средней загрязненности;
- осуществлять утилизацию и регенерацию отработанных растворов.

По данным ВОДГЕО, внедрение аппаратов воздушного охлаждения позволило снизить промышленное водопотребление только на нефтеперерабатывающих заводах: Омском – на 150 млн. м³/год, Ново-Горьковском – на 82 млн. м³/год. При производстве экстракционной фосфорной кислоты водопотребление снизилось в 20 раз, при производстве аммиака – в 4 раза, при производстве слабой азотной кислоты – в 30-35 раз.

2.7 Экономические аспекты геоэкологии

Использование вторичных материалов имеет ряд преимуществ по сравнению с производством изделий из первичного сырья (таблица 2.2) /6, 96, 109/. Улучшаются технико-экономические показатели производства, в 10-25 раз снижаются удельные капиталовложения, что способствует повышению фондоотдачи; в несколько раз снижается энергоемкость и не менее чем на 40 % – материалоемкость, в 1,4 раза – водоемкость, в 4–15 раз сокращается количество отходов /6/. Использование вторичного сырья исключает затраты, связанные с добычей и транспортировкой первичного.

Например, показатели затрат в гидролизной промышленности при производстве картона, древесноволокнистых плит, фанеры, бумаги значительно отличаются от аналогичных показателей при использовании вторичного древесного сырья (таблица 2.3) /6,96/.

Таблица 2.2 Эффект от замены первичного сырья вторичным, %

Показатели Эффективности	Производство		
	стали (100 % железного лома)	стекла (60 % стекло- боя)	бумаги (100 % макулату ры)
Сокращение загрязнения: воздуха	86	6 - 22	73
воды	76	-	25 - 44
Твердых отходов	97	79	39
Экономия: энергии	74	6	70
воды	40	50	61
первичных ресурсов	90	54	100

Те же факторы влияют и на технико-экономические показатели производства строительных материалов: удельные капиталовложения на производство 1 м³ щебня в карьерах с 7- 8 р. сокращаются до 1,5-2 р. при использовании попутных скальных пород и до 0,7-5 р. - при переработке шлаков. Срок окупаемости капиталовложений составляет 2 года /138, 148/.

Крупнейшими поставщиками отходов в окружающую среду являются угольная и энергетическая отрасли промышленности. Продукты углеобогащения служат сырьем для производства кирпича и агломерата с рентабельностью в пределах 13-20 % и достаточно хорошими другими технико-экономическими показателями (таблица 2.4) /138/.

Таблица 2.3 Снижение затрат при замене первичного древесного сырья отходами производства (на 1 м³ отходов)

Отрасль	Трудо- затраты, чел.- дн./м ³	Себесто- имость, руб./м ³	Капиталовложения, р/м ³	
			Произ- водствен- ные	Непроиз- вод- ственные
Лесная про- мышлен- ность	0,57	12,00	39,00	14,40
Железнодорожный транспорт	0,33	4,10	23,50	9,60
ИТОГО:	0,90	16,10	62,50	24,00

Таблица 2.4 Эффективность производства строительных материалов из отходов обогащения углей (руб. / ед. продукции)

Показатели	Аглопорит, м ³		Кирпич, 1000 шт.	
	из отходов	из глины	из отходов	из глины
Удельные капитальные Вложения всего	17,6	23,0	125,0	150,0
в том числе: добыча сырья	-	5,0	-	20,0
Производство продукции	17,6	18,0	125,0	130,0
Себестоимость	5,1	8,0	36,0	40,0
Приведенные затраты	7,7	11,5	55,0	62,5
Затраты на произ- водство про- дукции из первич- ного сырья, %	70,0	100,0	87,0	100,0

При производстве железобетона шлаки представляют собой дешевый ценный строительный материал. Гранулированный доменный шлак Орско-Халиловского комбината используется на 50-60 % при производстве цемента и в качестве шлакощелочного вяжущего. Стройки регионов Урала испытывают острый недостаток в легких заполнителях для производства железобетонных изделий, в стекловолокне, в строительных песках, щебне для строительства дорог и

сооружений. По данным института УралНИИстройпроект, шлаковая пемза может быть использована для получения шлакощелочного вяжущего конструктивно-теплоизоляционных бетонов для облегченных строительных конструкций, в том числе и несущих. По активности шлакощелочное вяжущее превосходит портландцемент марки 500, и его внедрение в производство позволит резко сократить расход цемента, металлов и энергоресурсов при изготовлении железобетонных изделий, а при производстве портландцемента снизить расход энергии. Для производства шлакощелочного вяжущего необходим тонкомолотый гранулированный шлак, производство которого может быть существенно расширено на металлургических комбинатах. Шлаки всех металлургических предприятий необходимо более полно использовать в качестве строительного щебня и песка, материала для дорожного строительства, наполнителя бетона и сборного железобетона. Дефицитные асфальтобетонные смеси и теплоизоляционные изделия могут быть изготовлены из отвальных пород уральских асбестовых горно-обогатительных комбинатов. Ценным строительным материалом при производстве бетона может стать зола теплоэлектростанций. Замена золой части цемента не снижает прочностных качеств бетона, повышает однородность и качество лицевых поверхностей изделий. Запасы золы на ТЭЦ Урала составляют сотни миллионов тонн.

Утилизация отходов химических производств в изготовлении бетонов дает большой эколого-экономический эффект, поскольку химизация бетона увеличивает производительность труда и повышает качество изделий.

Таким образом, экологическая целесообразность внедрения элементов безотходной технологии экономически обоснована. Наиболее рельефно экономические аспекты экологии проявляются в комплексном извлечении природных ресурсов при их переработке.

Задание 2

1. Дайте классификацию известным Вам технологиям и сформулируйте, в чем сходство и отличие простой технологии и безотходной.

2. В чем заключается концепция безотходной и малоотходной технологии?

3. Нарисуйте и прокомментируйте письменно схемы прямоточного и оборотного водоснабжения.

4. Как Вы понимаете комплексное использование природных ресурсов?

5. Что такое утилизация вторичных ресурсов?

6. Приведите примеры утилизации вторичных ресурсов в районе, где Вы живете, и прокомментируйте их с экологических и экономических позиций.

7. Что такое безотходные территориально-производственные комплексы? Можно ли создать их в Вашем районе? Проанализируйте преобразования хозяйственной деятельности в Вашем районе (промузле) для превращения его в безотходный территориально-производственный комплекс.

8. Как Вы понимаете технологические схемы, и в чем заключается их преобразование при переходе к принципиально новым, экологически безопасным процессам?

9. Какие мероприятия по охране атмосферы от загрязнения осуществляются сегодня? Обоснуйте на примере экономическую целесообразность:

- а) комплексного использования природных ресурсов;
- б) утилизации вторичных ресурсов;
- в) перехода к бессточной системе водообеспечения;
- г) снижения объемов выбросов загрязняющих веществ в атмосферу;
- д) перехода к малоотходным и безотходным технологиям.

10. Что такое природопользование и как оно должно измениться? Попробуйте изобразить в виде эскизов, зарисовок и графиков природные и техногенные циклы миграции химических элементов в современной техносфере и будущей ноосфере.

3 Атмогеоэкология*

3.1 Состав и строение атмосферы

Атмосфера - это газообразная оболочка Земли, вращающаяся вместе с ней. Общая высота атмосферы превышает 1300 км, масса атмосферы $5,15 \cdot 10^9$ т. Атмосфера представляет собой смесь газов (таблица 3.1). В воздухе присутствуют озон и водяные пары в количестве от 0,01 до 4,0 %, взвешенные частицы и аэрозоли. Атмосфера подразделяется на слои, отличающиеся по температуре, плотности и химическому составу воздуха (рисунок 3.1).

Таблица 3.1 Состав атмосферного воздуха

Компонент	Концентрация, % весовая и объемная		Порог запаса биологического действия
Азот	75,53	78,09	-
Кислород	23,24	20,95	80
Аргон	1,28	0,93	75
Неон	$1,8 \cdot 10^{-3}$	$2,6 \cdot 10^{-3}$	-
Криптон	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$3,5 \cdot 10^{-5}$	-
Ксенон	$8,0 \cdot 10^{-6}$	$1,8 \cdot 10^{-7}$	-
Гелий	$5,24 \cdot 10^{-5}$	$3,8 \cdot 10^{-3}$	-
Водород	$5,0 \cdot 10^{-5}$	$1,45 \cdot 10^{-3}$	-

Нижний слой называется *тропосферой*. Масса ее составляет 80 % от массы атмосферы, а высота изменяется от 8-10 км в полярных широтах до 16-18 км на экваторе. С высотой температура воздуха понижается в среднем на $0,6^{\circ}\text{C}$ на каждые 100 м и составляет на высоте 10 км -45°C летом, и -60°C зимой. *Стратосфера* распространяется до высоты 50-55 км, масса ее составляет почти 20 % массы атмосферы. Температура воздуха до высоты 20 км снижается, а затем начинает повышаться, достигая -3°C на высоте 55 км. В пределах мезосферы температура вновь начинает падать и достигает -90°C на высоте 80 км на границе с термосферой. В *термосфере* (от 80 до 800 км) температура быстро возрастает, превышая 700°C на высоте 300 км, а выше остается без изменений. В *экзосфере* (выше 800-1000 км) газы сильно разрежены и рассеиваются в мировом пространстве. В составе газов здесь преобладают гелий и водород. Экзосфера не имеет верхней границы, она постепенно переходит в космическое пространство.

*- использованы материалы В.Е. Нарижной /7/

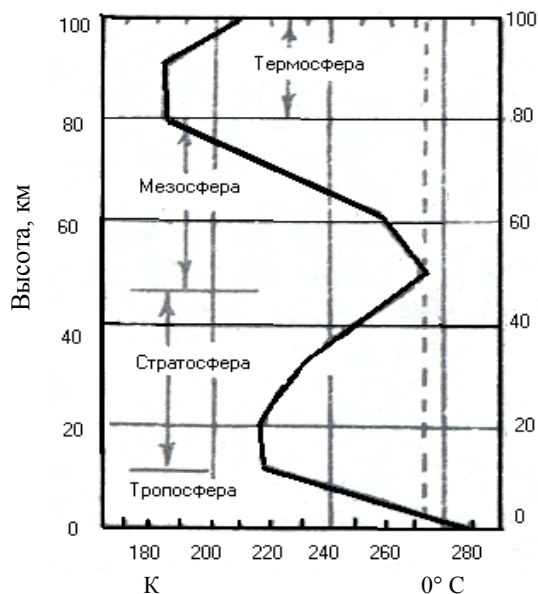


Рисунок 3.1. Элементы строения атмосферы

От нижней части тропосферы к верхней уменьшается содержание кислорода, ухудшаются условия жизни человека, что влечет за собой замедление всех процессов жизнедеятельности. Кислород выделяется растениями при фотосинтезе. В результате деятельности людей в атмосфере увеличивается содержание углекислого газа. При содержании его 0,1 % у человека и животных затрудняется дыхание. Озон, содержащийся в стратосфере, защищает все живое на планете от смертоносных ультрафиолетовых лучей.

3.2 Техногенные изменения в атмосфере

В атмосфере интенсивно осуществляется естественная и техногенная миграция химических элементов. После мощного извержения вулкана Кракатау (Юго-Восточная Азия) во второй половине XVIII века, в другом полушарии Земли, над Великобританией, 3 месяца не было видно солнца. Миграция чернобыльских радионуклидов вокруг земного шара зафиксирована 12 раз /7/. В атмосфере наблюдается как ближний, так и дальний перенос веществ /137/. Так, продукты песчаных бурь над Сахарой обнаружены в составе современных осадков на западном американском побережье Атлантики /154/.

Загрязнением атмосферы называют привнесение новых, не характерных для нее физических, химических и биологических агентов, или превышение среднесуточного уровня их содержания в связи с техногенезом, что превращает атмосферный воздух в частично или полностью непригодный для использования. Различают естественные и искусственные отклонения от санитарных норм. Естественные отклонения связаны с попаданием в атмосферу космических частиц, вулканического пепла, пыли, образующейся при развевании почв, пыльцы растений, морской соли, дыма лесных пожаров.

Искусственные отклонения связаны с производственной деятельностью человека, с работой различных видов транспорта. Воздух загрязняется пылью, образующейся при земляных работах, при разгрузке и хранении сыпучих материалов (известки, мела, цемента и т.д.) без соблюдения надлежащих правил /1, 99/. В результате деятельности промышленных предприятий за последнее столетие в атмосферу планеты выброшено более 1,5 млн т кремния, 1,8 млн т мышьяка, более 1,2 млн т никеля, 1 млн т кобальта, по 800 тыс т цинка и сурьмы /7, 138, 178/.

Самый чистый воздух находится над океаном. В деревнях и селах он содержит пылевидных примесей в 10 раз больше; над поселками и небольшими городами - в 35 раз, над промышленными центрами - примерно в 150-300 раз больше, чем над океаном. Загрязненный воздух над крупными городами простирается на высоту 1,5-2 км. Эта плотная шапка задерживает летом до 20 % солнечных лучей, а зимой, когда и так мало света, поглощает половину его.

Перенос вещества в атмосфере, по сравнению с другими оболочками Земли, облегчен, и поэтому мигрирующие в атмосфере частицы, аэрозоли, химические соединения, атомы и элементарные частицы наиболее подвижны. Примером крупномасштабного переноса литосферного вещества в атмосфере служат эоловые образования, формирующие дюны, барханы, отложения лессов и лессовидных пород.

Техногенез накладывает существенный отпечаток на миграцию вещества через атмосферу. Так, в южной части Среднего региона России* техногенная нарушенность земель резко усилила процессы заиления водоемов за счет приноса через атмосферу 10-12 тыс. т вещества на каждый километр их береговой линии.

Наиболее показательной количественной единицей переноса вещества является модуль переноса и отложения через атмосферу ($M_{\text{поа}}$). Он выражается в килограммах или тоннах веществ, выпадающих на каждом квадратном километре поверхности суши или водоема. Эта величина над океаном составляет от долей килограмма до нескольких килограммов ($0,1 \div 1 \text{ кг/км}^2 \text{ в год}$). Вблизи крупных промышленных предприятий с повышенными величинами выбросов в атмосферу $M_{\text{поа}}$ достигает $10000 \cdot n \text{ кг/км}^2 \text{ в год}$, где $n = 1-10$. Для оценки техногенной составляющей переноса вещества через атмосферу целесообразно составлять карты. Схематические карты такого рода по Оренбургскому газо-промышленному району построены С.В. Юриной /6/.

Основными промышленными источниками загрязнений воздушного бассейна нашей страны ученые считают: тепловые электростанции – 29 % загрязнений, предприятия черной и цветной металлургии, соответственно 24 % и 10,5 %, нефтехимии – 15,5 %, стройматериалов – 8,1 %, химии – 1,3 %. На долю энергетики приходится более 40 % общих выбросов пыли, 70 % окислов серы и более 50 % окислов азота. Из общего объема загрязнений на автотранспорт приходится 13,3 %, однако в крупных городах эта цифра достигает 60-80 %. Доля тех или иных источников загрязнений в разных странах неодинакова (таблица 3.2).

* Междуречье Оби и Волги

Таблица 3.2 Загрязненность атмосферы в США, Франции и Мексике, %

Источник загрязнений	США	Франция	Мексика
Промышленность	17	25	30
Энергетика	23	50	15
Автотранспорт	60	25	50
Прочие источники	—	—	5

В мировом балансе загрязнений основная доля (54 %) приходится на автотранспорт /185/. США являются самым крупным загрязнителем окружающей среды (на их долю приходится примерно 40 % общих загрязнений всех стран мира). Общее количество автомашин в мире примерно 600 млн; из них около 200 млн - в США. Один автомобиль в среднем поглощает ежегодно 4 т кислорода и выбрасывает с выхлопными газами до 800 кг оксида углерода, 40 кг оксида азота и почти 200 кг различных углеводородов. Только в Лос-Анджелесе насчитывается более 3 млн автомобилей. Они ежегодно выбрасывают 3 млн т отработанных газов, содержащих до 1200 индивидуальных компонентов. В составе отработанных газов преобладают нетоксичные компоненты (азот, кислород, пары воды, углекислый газ). Присутствуют и токсичные – окись углерода, углеводороды, оксиды азота, альдегиды, сажа, бензапирен и соединения свинца. Количество выбрасываемых автотранспортом вредных веществ рассчитывают по расходу горючего с использованием пересчетных коэффициентов (таблица 3.3). В основу расчётов положены экспериментальные данные. Коэффициенты позволяют получить количество вредных веществ в тоннах при сжигании 1 т горючего. Для ускорения расчета используют графики (рисунок 3.2). По оси x откладывается расход горючего в интервале от 1 до 10 тыс. т/год, а по оси у - количество вредных веществ в выхлопных газах автомобилей, т/год.

Таблица 3.3 Пересчетные коэффициенты для определения выброса вредных веществ автотранспортом

Вид горючего	Окись углерода	Углеводороды	Двуокись азота
Бензин	0,6	0,1	0,04
Дизельное топливо	0,1	0,03	0,04

Большую опасность представляет окись углерода (угарный газ). По количеству этот компонент преобладает в выхлопных газах. Соединяясь с гемоглобином крови человека или теплокровных животных, он препятствует усвоению кислорода, ослабляя сопротивляемость организма различным

заболеваниям.

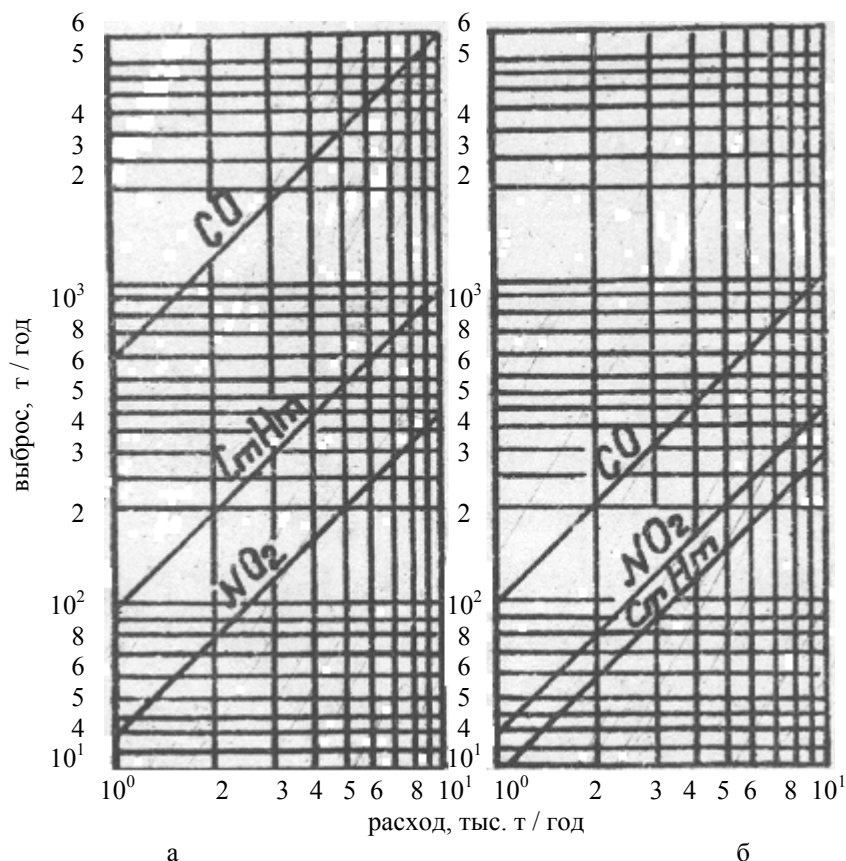


Рисунок 3.2. Зависимость количества вредных веществ, выбрасываемых автотранспортом в атмосферу, от расхода горючего:
а - бензина; б - дизельного топлива

Хроническое отравление этим газом вызывает быструю утомляемость, головную боль, нарушение сна, сердцебиение, одышку и даже бесплодие. При усиленной физической работе вдыхание незначительных количеств окиси углерода приводит к инфаркту миокарда.

Сочетание ничтожно малых количеств этилена с окисью углерода затрудняет дыхание растений, вызывает потерю листьев и бутонов, может привести к их гибели. Так, в Лос-Анджелесе, в черте города, и в отдалении от него до 80 км в результате сильного загрязнения воздуха угарным газом многие калифорнийские растения погибли. Максимальные концентрации окиси углерода обычно наблюдаются в старых городах и районах с узкими улочками, застроенными высокими домами, в тоннелях, на грузонапряженных городских автомагистралях, особенно у светофоров. В воздухе крупных городов обычно содержится 25-125 мг/м³ окиси углерода, иногда 250-500 мг/м³ (при норме 3 мг/м³) в жилых районах. Актуален переход городского транспорта на электроэнергию.

Угарный газ нейтрализуется в процессе фотосинтеза высших растений, жизнедеятельности почвенных бактерий и солнечного излучения. Максимальное содержание его фиксируется зимой, минимальное – в конце лета.

В выхлопных газах присутствуют неразложившиеся углеводороды топлива, включая непредельные, - такие как бенз(а)пирен. Он является канцерогенным и предрасполагающим к заболеванию раком. Его естественная деградация в воде и

почве происходит очень медленно под действием ультрафиолетовых лучей. Из-за неполного сгорания топлива в двигателе автомобиля часть углеводородов превращается в сажу, содержащую смолистые вещества. Много сажи образуется при неисправности мотора и в моменты форсирования двигателя /1, 185/. Стремясь получить «богатую смесь», водители уменьшают соотношение воздух – топливо и за машиной тянется хвост дыма, содержащий полициклические углеводороды, включая бенз(а)пирен. В выхлопных газах содержатся также альдегиды (акролеин, формальдегид и др.), обладающие резким запахом и раздражающим действием. До 90 % случаев заболеваемости раком связана с загрязнением воздуха, в том числе углеводородами. Смертность от рака легких в городах вдвое выше, чем в сельской местности.

Оксид азота играет большую роль в образовании продуктов окисления углеводородов в атмосфере /67/. Чрезвычайно опасны соединения свинца, образующиеся при сгорании в двигателях автомобилей тетраэтилсвинца, который добавляют (1 г/л) к бензину. При работе двигателя соединения свинца выбрасываются, оседают на почву и усваиваются растениями в придорожной полосе /7, 37, 38/.

В воздушных выбросах тепловых электростанций и промышленных объектов присутствуют окислы серы, образующиеся при сжигании топлива. Выбросы SO₂ всеми ТЭС планеты составляют 100 млн. т/год (60 % общих выбросов этого вещества). В крупных городах концентрации SO₂ в воздухе достигают нескольких мг/м³ /63, 77, 78, 79/.

Сернистый газ в атмосфере преобразуется в серный ангидрит и в серную кислоту /7/. В ясную погоду серная кислота составляет 3 % концентрации сернистого газа, а в пасмурную - до 15 %. Растворы и аэрозоли серной кислоты в виде капелек тумана держатся в воздухе или выпадают кислотным дождем. Резко усиливается её токсическое воздействие на человека. За последние 30 лет из-за кислотных дождей полностью исчезла форель из 477 озер юга Норвегии и Швеции. Кислотность (pH) в дождевой воде равна 5,6-5,7. В чистых реках и озерах pH=8. При pH=7 из-за недостатка кальция в водоемах начинает гибнуть икра некоторых рыб, при 6 – икра всех рыб и креветок, при 5,5-6 – планктон и многие другие организмы водоемов; при 5,5-5,7 в водоёме появляется мох-сфагнум, не являющийся пищей для его обитателей. При pH=4,5 гибнет вся рыба, лягушки, насекомые, вода становится стерильной, на дне развиваются сфагнум, грибки и бактерии-анаэробы, выделяющие углекислый газ, метан и сероводород.

Повышенное содержание окислов серы в воздухе приводит к различным заболеваниям, главным образом легочным, например хроническому бронхиту /14/. Повреждаются от кислотных дождей здания, архитектурные памятники и исторические сооружения Англии, ФРГ, Греции, Италии. Сернистый газ и серная кислота разрушают хлорофилл в листьях растений, ухудшают фотосинтез и дыхание, замедляют рост, снижают качество древесных насаждений и урожайность сельскохозяйственных культур. При более высоких их дозах и продолжительном действии растительность погибает. Особенно сильно повреждаются хвойные растения. Кислотные дожди повышают кислотность почв. Это снижает эффективность удобрений и угнетает наиболее ценные многолетние

травы. Особенно страдают от кислотных дождей дерново-подзолистые и торфяные почвы.

В то же время современная промышленность не может развиваться без использования серы. Сера используется в 88 важнейших промышленных продуктах из 100 [6]. Для изготовления одного автомобиля требуется 14 кг серы, для получения 1 т целлюлозы - 100 кг, 1 т серной кислоты - 300 кг и т.д.

При взаимодействии смеси загрязняющих веществ в природной обстановке под влиянием солнечных лучей образуются новые вещества, более агрессивные, чем их «родители». Такие превращения получили название явления синергизма. К таким образованиям относится смог (дымный туман). Он возникает при большом содержании в воздухе газов и пыли (сажи), застое воздуха над городом или промышленным районом при определенной метеорологической ситуации, приводящей к образованию приземной инверсии (возрастанию температуры снизу вверх). Все это способствует концентрации загрязняющих веществ в нижних слоях воздуха. Относительно менее токсичные вещества выбросов (SO_2 , NO_2 , CH_4 и др.) преобразуются в более токсичные вещества (SO_3 , перекиси, альдегиды, кислоты). Смог может быть различных видов: черный - от сжигания нефти и угля (например, в Лондоне от такого смога в декабре 1952 г. погибло 4 тыс. чел.) и белый - от выхлопных газов автомобилей (такой смог характерен для Лос-Анджелеса, где он наблюдается в течение 60 дней в году). В смоге лондонского типа практически не образуется каких-либо новых веществ, главный действующий компонент SO_2 (5-10 мг/м³ и более). Лос-анжелесский смог является фотохимическим. Он возникает в сравнительно сухом загазованном воздухе, в котором при интенсивном солнечном облучении формируется синеватая прозрачная дымка, состоящая из новообразований (перекисей и т.д.), поражающих дыхательные органы людей и животных, убивающих растения, разрушающих различные материалы. Концентрация озона, образующегося при солнечном облучении газов, содержащих окислы азота, достигает 2-3 мг/м³ и выше, что в 100-200 раз больше, чем в чистом воздухе. Озон образуется за счёт восстановления окислов азота благодаря солнечному облучению. При смоге появляется неприятный запах, резко ухудшается видимость. Смог лос-анжелесского типа часто наблюдается в Нью-Йорке, Чикаго, Токио, Милане и др. В Лос-Анджелесе и Токио при возможном образовании смога нередко объявляется тревога.

В результате распада двуокиси азота выделяются атомарный кислород и озон. Избыток озона тоже может привести к образованию смога. Нитраты и нитриты, содержащиеся в выхлопных газах двигателей внутреннего сгорания, в отходах промышленных объектов и в минеральных удобрениях, очень опасны для человека. Они могут вызвать синюшность, затрудненное дыхание и нарушение сна у детей, эмфизему легких, нарушение витаминного обмена. Авиация загрязняет окислами азота слои атмосферы даже на высотах более 8 км, на таких высотах газы не осаждаются осадками и могут снизить содержание озона. Озон стратосферы разрушается также флюидами водорода из рифтовых зон, фреонами и другими веществами, широко используемыми в промышленности и быту. Вот почему так актуальны Венские соглашения и Монреальский протокол по

веществам, разрушающим озоновый слой. В связи с увеличением сжигания различных видов топлива возникает опасность снижения содержания в атмосфере кислорода и увеличения содержания углекислого газа. Как считают ученые, до середины XIX в. содержание кислорода в атмосфере было неизменным, так как окислительные процессы компенсировались фотосинтезом растений. Теперь это равновесие нарушено. Если за весь период человеческой цивилизации сожжено около 300 млрд т кислорода, то на последние 50 лет приходится 246 млрд т. Содержание кислорода в атмосфере снизилось за 50 лет на 0,02 %.

Кислород - основной компонент вдыхаемого человеком воздуха. При его недостатке у людей появляется головокружение, тошнота, головная боль. При содержании в воздухе 11-13 % кислорода уменьшается способность глаза различать цвета, снижается острота зрения; при 7-8 % начинаются удушье и снижение температуры тела. Особенно чувствительна к кислородному голоданию кора головного мозга, потребляющая кислорода в 30 раз больше, чем другие органы /13, 99/.

В процессе сжигания топлива в атмосферу выделяется *углекислый газ*. За 200 лет индустриального периода содержание CO_2 в воздухе увеличилось более чем в 2 раза, а за последние 40 лет – на 30 %. Ожидается, что к 2060 г. количество CO_2 еще удвоится. В настоящее время количество его в воздухе превысило 0,032 %. Содержание его до 0,1 % безвредно для человека. При концентрации 3 % учащаются дыхание и сердцебиение, появляются головная боль и шум в ушах, повышается кровяное давление, замедляется пульс. При дальнейшем повышении концентрации человек теряет сознание. В воздухе городов CO_2 содержится на 0,02 % больше, чем в селах. В жилых зданиях его концентрация не должна быть выше 0,1 %; при более высокой концентрации наблюдается наркотическое действие. Повышение CO_2 стимулирует рост растений, которые поглощают CO_2 и выделяют O_2 . Угроза здоровью человека снижается растительностью.

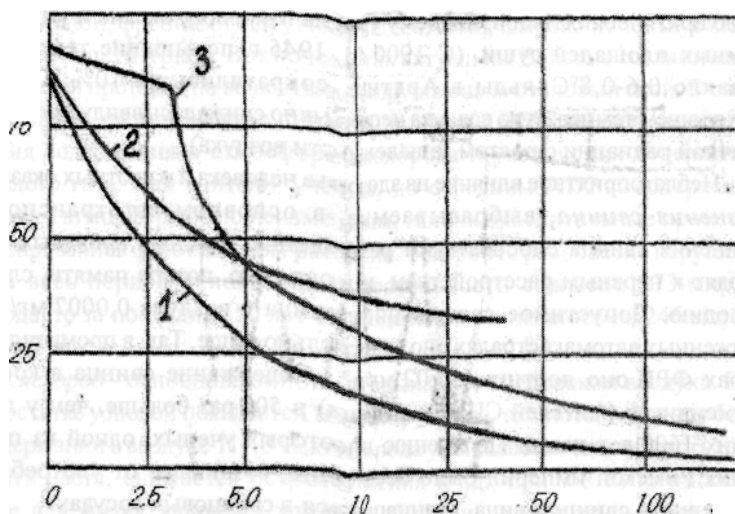
Опасность представляет «парниковый эффект», при котором температура в приземных слоях увеличивается. Углекислый газ способен беспрепятственно пропускать ультрафиолетовые лучи солнца и сдерживать инфракрасное отражение от Земли. Полагают, что повышение температуры воздуха у Земли к середине XXI в. приведет к значительному таянию арктических и антарктических льдов. Уровень Мирового океана поднимется, и огромные площади суши будут затоплены. С 1900 по 1945 г. повышение температуры составило до 0,8 °C, 10 % льдов растаяло. В последующем температура воздуха снижалась. Солнечная радиация ослабла из-за роста запыленности воздуха.

Неблагоприятно действуют на здоровье человека и животных *соединения свинца*, выбрасываемые автотранспортом. Они разрушают красные кровяные тельца, что приводит к нервным расстройствам, малокровию, потере памяти, слепоте, бесплодию. Допустимое содержание свинца в воздухе 0,0007 мг/м³; на напряженных автомагистралях оно значительно выше. В промышленных центрах ФРГ и бывшего СССР оно достигает 0,02 мг/м³. Содержание свинца в костях у современников (жителей США и Англии) в 500 раз больше, чем у людей, живших 1600 лет назад. По мнению некоторых ученых, одной из причин падения Римской империи было бесплодие, возникшее от употребления вина, хранившегося в

свинцовых сосудах.

Свинец проникает в организм не только с воздухом, но и с пищей, водой. Поэтому недопустимо выращивание овощей и фруктов и скормливание животным травы, растущей вблизи напряженных автомагистралей, а также на территории автопредприятий. Содержание свинца в почве и растениях снижается по мере удаления от проезжей части дороги. Если рядом с дорогой расположен лес, то содержание свинца в почве и в траве снижается довольно быстро; если поле – то значительно медленнее. Если поле находится за густой живой изгородью, то происходит накопление свинца в почве только вблизи дороги (рисунок 3.3) /33/.

Техногенные загрязнения пылью составляют всего 5% общего количества



1 - лес; 2 - поле; 3 - поле за живой изгородью

Рисунок 3.3. Относительное содержание свинца в растениях у дороги.

пыли, образующейся на планете (при развеивании морской соли, при ветровой эрозии почвы, извержении вулканов, лесных пожарах и т.д.) Однако, техногенная пыль очень опасна. Она накапливается в трехкилометровом приземном слое над городами, площадь которых не превышает 0,4 % суши. Частицы пыли размером 4-10 мкм поднимаются в воздух до 1 км, а более крупные частицы при безветренной погоде образуют купол на высоте 300-500 м, постепенно оседая на землю. Количество пыли, выпадавшей ежегодно еще 20 лет назад, составляло (т/км²): в Париже – до 260, Лондоне – 399, Нью-Йорке – 300. В Нью-Йорке солнечная радиация была вдвое ниже, чем в пригородах. В Новокузнецке, Кемерово, Нижнем Тагиле, Магнитогорске, Медногорске, Новотроицке, Орске и других промышленных городах Урала запыленность воздуха и сегодня велика. В Москве солнечная радиация значительно слабее, чем в Подмосковье. Аэрозоли, выбрасываемые предприятиями и транспортом, способствуют конденсации, что приводит к повышению облачности и туманов. В Москве пасмурных дней в 3-4 раза больше, чем в отдаленных районах. В Париже число туманных дней в году с 1940 по 1990 гг. возросло с 90 до 150.

Высокая запыленность воздуха приводит к легочным и аллергическим

заболеваниям. По данным Всемирной организации здравоохранения, около 20 % населения развитых стран страдает от различных форм аллергии в связи с загрязнением окружающей среды /1, 7, 14/.

Токсичные вещества при небольших (но превышающих ПДК) концентрациях действуют на человека незаметно. Однако по мере повышения концентраций вначале страдают слизистые оболочки, затем - дыхательные пути и далее - другие внутренние органы. При определенной концентрации токсичное вещество становится опасным для жизни даже при кратковременном действии.

В 1945 г. после взрыва американских атомных бомб, сброшенных на японские города Хиросиму и Нагасаки, и испытаний атомного оружия ядерными державами произошло загрязнение атмосферы радиоактивными веществами. Радиоактивное излучение вызывает лучевую болезнь у людей и животных, появились наследственные заболевания и уродства. В 1963 г. правительствами СССР, Англии и США в Москве был заключен Договор о запрещении испытаний ядерного оружия в атмосфере, в космическом пространстве и под водой, который затем подписали многие страны. Этот договор стал началом на пути полного запрещения ядерного оружия /62, 81/.

3.3 Качество атмосферного воздуха и его контроль

Регламентация загрязнений атмосферного воздуха в России введена в 1951 г. - раньше, чем во многих странах мира. В основу определения предельно-допустимых концентраций (ПДК) положены исследования влияния токсичных веществ на животных и людей (таблица 3.4), а также на растительность, климат, прозрачность атмосферы и бытовые условия жизни населения /30, 82-85/. Нормирование производится по наиболее чувствительному (лимитирующему) показателю /36, 38/. Так, если запах ощущается при концентрациях, не оказывающих вредного влияния на человека и окружающую среду, то нормирование ведется по порогу обоняния. Если вещество оказывает на окружающую среду вредное действие в меньших концентрациях, то при гигиеническом нормировании учитывают порог действия этого вещества на внешнюю среду. Главной санитарной инспекцией Минздрава РФ, как уже отмечалось выше, устанавливаются два норматива: максимальная разовая ПДК, при которой обнаруживаются рефлекторные реакции у человека (запах, световое ощущение) при 20-минутном воздействии вещества, и среднесуточная, которая не оказывает вредного воздействия на человека при неограниченно длительном вдыхании. Санитарные нормы качества воздуха (СанПиН 2.1.6.575-96, СН 245-71) устанавливают ПДК вредных веществ для рабочей зоны (воздух поступает из систем вентиляции) и для населенных пунктов (воздуха нижнего слоя атмосферы от земли до уровня верхних этажей самых высоких зданий) /76/. В пределах зон санитарной охраны курортов, на территориях санаториев и домов отдыха, городов с населением более 200 тыс. человек загрязнения не должны

Таблица 3.4 Действие некоторых токсичных веществ на человека

Длительность и характер действия	Содержание компонента в воздухе, % об.		
	CO ₂	SO ₂	NO ₂
Несколько часов, без заметного действия	0,01	0,0025	0,0008
Несколько часов, признаки легкого отравления	0,01-0,05	0,005	0,001
30 мин, возможно серьезное отравление	0,20-0,30	0,008-0,015	0,005
Кратковременное, опасно для жизни	0,50-0,80	0,060	0,015

превышать 0,8 ПДК (таблица 3.5). Гигиенические нормативы установлены для 194 веществ и 35 комбинаций атмосферных загрязнений. Наиболее жесткие нормы ПДК вредных веществ в воздухе населенных пунктов установлены в РФ (таблица 3.6). Для каждого источника загрязнения атмосферы нормы устанавливают по предельно допустимым выбросам (ПДВ) вредных веществ /53, 68, 76, 82-86/. ПДВ – это количество вредных элементов, допускаемое при выбросе в атмосферу в единицу времени; при этом концентрации загрязняющих компонентов на границе санитарной зоны не превышают предельно допустимых. В результате суммирования ПДВ отдельных источников определяют ПДВ предприятий или нескольких объектов в целом. Для того чтобы загрязненность воздуха не превышала ПДК, в России проводится инвентаризация источников загрязнения атмосферы на каждом предприятии. В настоящее время ни один новый проект не может быть утвержден без согласования с Минприродой /68, 70, 71/. Учитывая техническую сложность и высокую стоимость пылегазоулавливающих установок, для старых предприятий принимают временно согласованные выбросы (ВСВ) и определяют сроки, в течение которых эти выбросы должны снизиться до уровня предельно допустимых. Если концентрация вредных веществ в воздухе выше предельно допустимой, а по объективным причинам на предприятиях невозможно сразу снизить выбросы до уровня ПДВ, или полностью прекратить их, то вводится поэтапное снижение до уровня ПДВ или до полного прекращения выброса этих веществ /54/.

Государственная инспекция осуществляет контроль на предприятиях за

бесперебойной и эффективной работой установок санитарной очистки газов, а также за своевременным внедрением в промышленность нового газоочистного и пылеулавливающего оборудования.

Таблица 3.5 Предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов, мг/м³ /76, 86/

Вещество	Максимальная ПДК	Среднесуточная ПДК
Азота двуокись	0,085	0,04
Азотная кислота	0,40	0,15
Акролеин	0,03	0,03
Аммиак	0,20	0,04
Ацетон	0,35	0,35
Ацетальдегид	0,01	0,01
Бензол	1,5	0,80
Бензин (углеводороды в пересчете на углерод)	5,00	1,5
Ванадия пятиокись	0,02	0,002
Винилацетат	0,15	0,15
Дихлорэтан	3,00	1,00
Изопропилбензол	0,014	0,014
Марганец	0,01	0,001
Метанол	1,00	1,00
Мышьяк	0,03	0,003
Пропиловый спирт	0,30	0,30
Пыль нетоксичная	0,50	0,15
Сажа (копоть)	0,15	0,05
Сернистый ангидрит (газ)	0,50	0,05
Сернистая кислота	0,30	0,10
Сероводород	0,008	0,08
Сероуглерод	0,03	0,005
Свинец сернистый	0,003	0,0003
Соляная кислота (водород хлористый)	0,20	0,20
Углерода окись	3,00	1,00
Уксусная кислота	0,20	0,06
Фенол	0,01	0,003
Формальдегид	0,035	0,003
Фтористые соединения	0,02	0,005
Хлор	0,10	0,03

Для территории России установлены также ПДК атмосферных загрязнений для растений. Учитываются минимальные изменения (не более 10 %) фотосинтеза, которые наблюдаются после 5-минутного действия газа данной концентрации.

В современных условиях атмосферный воздух населенных мест загрязняется

одновременно многими веществами. Концентрация каждого из этих веществ может быть меньше предельно допустимой, но совместное их присутствие вызывает такой же эффект, как если бы их содержание было больше ПДК /56/. Это явление называется эффектом суммации действия. Такой эффект возможен при сочетаниях следующих вредных веществ: ацетон – фенол, сернистый газ – сероводород, ацетальдегид – винилацетат, озон – двуокись азота – формальдегид, сернистый газ – фенол, сернистый газ – двуокись азота, фурфурол – метанол – этанол, серный и сернистый ангидрит – аммиак – окислы азота, сернистый газ – фториды, сильные кислоты (серная, соляная, азотная). При содержании в воздухе нескольких видов веществ, т.е. при эффекте суммации действия, должно соблюдаться следующее условие:

$$(C_1/ПДК_1)+(C_2/ПДК_2)+...+(C_n/ПДК_n) \leq 1, \quad (3.1)$$

где $C_1, C_2... C_n$ - фактические концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе; $ПДК_1, ПДК_2...ПДК_n$ - предельно допустимые концентрации этих вредных веществ в атмосферном воздухе (таблица 3.5, СанПиН 2.1.6.575-96) /77/. Если при расчете сумма будет больше единицы, то пылегазовые выбросы подлежат очистке в обязательном порядке, как и в тех случаях, когда в составе выбросов содержатся вещества, концентрации которых превышают предельно допустимые.

Таблица 3.6 Среднесуточные предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в разных странах, мг/м³

Вещество	Россия	США	Германия
Фенол	0,01	-	0,20
Сернистый газ	0,05	0,26	0,40
Пыль	0,05	0,20	-
Свинец	0,0003	0,02	-
Окись углерода	1,0	16,5	-
Хлор	0,03	0,3	0,3
Азотная кислота	0,15	0,45	1,00

В нашей стране в каждом городе имеются специальные лаборатории Минприроды, центров Госсанэпиднадзора Минздрава и предприятий, которые систематически должны анализировать загрязнение воздушного бассейна вредными веществами. Однако загрязнение атмосферного воздуха почти в 100 городах страны с превышением ПДК в 10 и более раз свидетельствует о неэффективности существующей системы природопользования и контроля за качеством окружающей среды. Назрела острая необходимость составления экологических карт городов и разработки ТЕРКСОП и проектов ПДВ не только по отдельным предприятиям, но и в целом по промышленным узлам.

3.4 Мероприятия по защите атмосферного воздуха

Выделяется четыре группы мероприятий по охране воздушного бассейна:

технологические, санитарно-технические, архитектурно-планировочные, инженерно-организационные /6, 9, 99/.

3.4.1 Технологические мероприятия

Технологические мероприятия включают /6/:

- 1) создание безотходных и малоотходных технологий и технологических средств комплексного использования сырья и утилизации отходов производства, организацию ТПК с замкнутой системой материального баланса вещества, включая отходы производства;
- 2) ликвидацию местных котелен и переход на централизованное обеспечение теплом от крупных ТЭЦ и ТЭС;
- 3) замену топлива - предпочтительнее топливо с меньшим количеством продуктов неполного сгорания (вместо угля и мазута использовать природный газ);
- 4) предварительную очистку сырья и топлива от вредных примесей, в частности, снижение содержания серы в топливе;
- 5) электрификацию производства, транспорта и быта, замену пламенного нагрева электрическим;
- 6) использование трубопроводов, гидро- и пневмотранспорта для пылящих материалов;
- 7) замену прерывистых технологических процессов непрерывными.

Самой действенной мерой охраны атмосферного воздуха является строительство предприятий, работающих по принципу безотходной технологии, с замкнутыми технологическими процессами, с исключением выбросов в атмосферу абгазов и хвостовых газов. Внедрение даже частичной рециркуляции абгазов, замена угля и мазута природным газом дали в последние годы хороший экологический и экономический эффект. Изменение технологии должно идти по пути уменьшения количества выбросов и сокращения затрат на очистку газов в расчете на единицу продукции.

Одним из перспективных направлений является внедрение газоочистки с применением системы каталитического дожигания. Оно применяется для очистки паров растворителей красок, содержащих органические и не окисленные вещества: эфиры, углеводороды, толуол, ксилол и др. Воздух, загрязненный парами, вентилятором подается в теплообменник, нагревается там до 350 °С за счет тепла очищенного воздуха, затем поступает в топку-нагреватель, где в результате сжигания природного газа температура его повышается до 450 °С. Далее в контактном аппарате в присутствии катализатора загрязненные вещества окисляются до углекислого газа и паров воды. Очищенный воздух (степень очистки 99 %) охлаждается в теплообменнике и выбрасывается в атмосферу.

Немалое практическое значение для газоочистки имеют и профилактические мероприятия, заключающиеся в улучшении условий сжигания топлива, в совершенствовании конструкции фильтров и другого газо-пылеулавливающего оборудования, в герметизации технологических линий и т.д. Охране

атмосферного воздуха способствует перевод автомобилей на сжиженный газ, при этом в 3-4 раза снижается выделение окиси углерода и других токсичных веществ. Газобаллонные автомобили появились в Москве в 1960 г. С 1975 г. производится серийный выпуск автомашин ЗИЛ-138, ЗИЛ-138-В1, ЗИЛ-ММЗ-45023, ГАЗ 52-07, ГАЗ 53-07, ГАЗ 24-07. Автомобили работают и на сжатом газе. Переоборудовать бензиновый двигатель на газовый несложно. При этом почти не уменьшается мощность двигателя, но снижаются эксплуатационные расходы. В автомобилях используется и газовый конденсат (самостоятельно или в смеси с дизельным топливом). Четко проявляется тенденция перевода автомобилей с бензина на дизельное топливо, которое дешевле, менее дефицитно и более экологично.

В качестве источника энергии в некоторых странах используется и спирт (например в Бразилии), и навоз (с переработкой на газ), и отходы кокосовых орехов и мандаринов и т.д. Появляются автомобили, работающие на водороде (его калорийность равна 30000 ккал/кг, в то время как у углерода она равна 7000 ккал/кг). Весьма заманчиво использование электро автомобилей. Однако широкого распространения они пока, к сожалению, не получают, так как они маломощны. Кроме того, у них тяжелые и недостаточно емкие аккумуляторы. Появляются автомобили, использующие солнечную и механическую энергию, энергию ветра. Их пробег при одной заправке аккумуляторов от солнечных батарей достиг 200 км. Такие автомобили получают распространение в Швейцарии, Англии и других странах.

Концентрация загрязнений на строительных площадках в результате работы механизмов и автотранспорта достаточно высока. Переводятся на электропривод электросварочные аппараты, грузоподъемные механизмы, компрессоры, насосы, сваебойные агрегаты, средства малой механизации, бульдозеры, экскаваторы, работающие в основном на двигателях внутреннего сгорания. Исправный, хорошо отрегулированный двигатель выбрасывает в 10 раз меньше окиси углерода, чем неисправный или плохо отрегулированный. Еще большего (20-кратного) снижения этого компонента можно достичь, применяя электронную схему зажигания, используя каталитические нейтрализаторы. Следует, однако, отметить, что каталитические нейтрализаторы нельзя применять в автомобилях, работающих на этилированном бензине, так как соединения свинца нарушают процессы катализа.

Замена тетраэтилсвинца менее вредными антидетонаторами, например соединениями марганца, увеличивает срок службы нейтрализаторов. Введение барий содержащих присадок позволяет на 70-90 % уменьшить содержание сажи и на 60-80 % - канцерогенных веществ. Вот почему внедрение в производство неэтилированного бензина имеет огромное эколого-экономическое значение.

3.4.2 Санитарно-технические мероприятия

Заключаются в защите воздушного бассейна с помощью очистных

сооружений /6, 7, 8, 9, 99/.

О ч и с т к а в ы б р о с о в о т п ы л и

Для очистки выбросов от пыли применяются пылеулавливающие аппараты: пылеосадочные камеры, циклоны, матерчатые фильтры, мокрые скрубберы, электрофильтры. Выбор типа аппарата определяется степенью запыленности воздуха, размерами частиц и уровнем требуемой очистки.

Пылеосадочная камера. Используется для осаждения крупной и тяжелой пыли с размерами частиц порядка 100 мкм. Камера представляет собой короб, пустотелый или с полками, прямоугольного сечения, с бункером внизу для сбора пыли (рисунок 3.4). Площадь сечения камеры значительно больше площади сечения подводящих газопроводов, поэтому газовый поток двигается в камере очень медленно, со скоростью не более 0,5 м/с, и пыль оседает. Простота конструкции и небольшие затраты на установку и эксплуатацию являются преимуществами пылеосадочных камер, а громоздкость и низкая эффективность улавливания – их

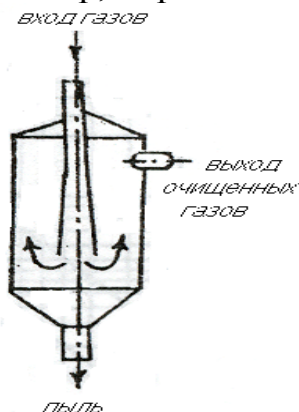
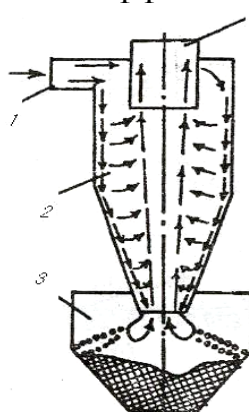


Рисунок 3.4.
Пылеосадочная камера



1 - вход газов; 2 – корпус
циклона;
3 – пылевой бункер;
4 - выход очищенных
газов

Рисунок 3.5. Схема
строения циклона

недостатками. При установке внутри камер перегородок, замедляющих скорость воздушного потока и увеличивающих время прохождения его через камеры, коэффициент улавливания пыли повышается до 80-85 %.

Циклон. Представляет собой цилиндр с конусом в нижней части (рисунок 3.5). В центре этого цилиндра расположен внутренний цилиндр. Загрязненный воздух поступает сбоку в пространство между цилиндрами, под влиянием центробежной силы частицы пыли прижимаются к внутренней стороне наружного цилиндра и оседают в его конусообразной части. Очищенный воздух удаляется в атмосферу через внутренний цилиндр. При уменьшении размера циклона эффективность очистки увеличивается, так как величина центробежной силы обратно пропорциональна радиусу вращения частиц пыли. Поэтому батарея из нескольких (обычно восьми) небольших параллельных циклонов более эффективна, чем один большой циклон (рисунок 3.6).

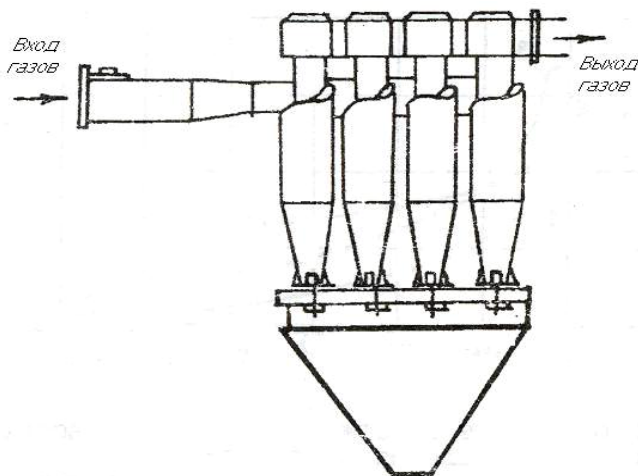


Рисунок 3.6. Схема строения батарейного циклона

Матерчатые фильтры. Запыленный воздух проходит через пористые материалы, осаждающие пыль. Для грубой очистки применяют гравий, кокс, металлические стружки, стекловолокно, а для тонкой очистки - металлическую сетку, смоченную специальным маслом, пористую бумагу, ткани. Наибольшее распространение получили матерчатые рукавные фильтры. Матерчатые фильтры работают по принципу пылесоса. В металлическом шкафу, разделенном вертикальными перегородками на ряд секций, помещаются группы рукавов из фильтрующего материала. Верхние концы рукавов заглушены и подвешены к раме. С помощью этой рамы рукава периодически встряхиваются, и задержанная ими пыль попадает в бункер. Фильтрующие рукава изготавливаются из шерстяных, хлопчатобумажных или синтетических тканей с учетом температуры очищаемого газа. Для очистки от пыли газов, имеющих температуру выше 300°C , применяют фильтры со стеклотканью. Эффективность очистки выбросов от пыли с помощью рукавных фильтров достигает 98-99 %. Рукавные фильтры используются на предприятиях по производству извести для окончательной очистки воздуха после циклонов, поскольку циклоном улавливается не более $2/3$ содержащейся в воздухе известковой пыли.

Орошаемые скрубберы. По внешнему виду они похожи на циклоны, но принцип их работы основан на поглощении пыли водой, которая либо разбрызгивается форсунками, либо подается непрерывно против потока запыленного воздуха. Загрязненная пылью вода подвергается очистке и вновь поступает в скруббер.

Электрофильтры. Запыленный воздух подается через электрическое поле высокого напряжения, где он ионизируется, и частички пыли приобретают отрицательный заряд. Заряженные пылинки прилипают к положительному электроду, осаждаются и сбрасываются в бункер. При правильной эксплуатации КПД электрофильтров может достигать 99 %. В цементной промышленности наиболее эффективно применять электрофильтр ПГД – 4-50. Его производительность при скорости проходящего газа 2 м/с – $360\text{ тыс. м}^3/\text{ч}$. Для предприятий угольной промышленности выпускают электрофильтр УВП; электрофильтр СГ улавливает сажу, ШМК - пары серной кислоты.

Наиболее эффективны комбинированные установки, включающие два или больше типов пылеулавливающих устройств, например, когда за пылеосадочной камерой или батареей циклонов устанавливают электрофильтр. Каждый вид обеспыливателей рассчитан на определенный состав и расход воздуха. Улавливая крупные фракции пыли на циклоне, мы снижаем нагрузку на электрофильтр и уменьшаем его абразивный износ. Сочетание циклонов с электрофильтрами обеспечивает эффективность их работы при колебаниях рабочего режима. Ю.А. Измоденовым созданы магнитные пыле улавливатели тонкой металлической пыли. Сравнение технико-экономических характеристик различных аппаратов дано в таблице 3.7.

О ч и с т к а в ы б р о с о в о т г а з о в , п а р о в и а э р о з о л е й

Осуществляется на основе процессов абсорбции, адсорбции, каталитического сжигания и термического обезвреживания, окисления и озонирования.

Абсорберы – это аппараты типа орошаемых скрубберов, в которых очистка от газов осуществляется разнообразными по составу поглотительными растворами. Используется принцип абсорбции загрязнителей, а поглотительные растворы подвергаются затем биологической очистке. При абсорбции происходит конвективная диффузия (переход) газообразных компонентов очищаемого газа в жидкие поглотители (абсорбенты). Абсорбцию применяют для очистки вентиляционного воздуха, отсасываемого от травильных и гальванических ванн, а также при очистке технологических газов. Для очистки воздуха от хлора, серной и соляной кислот, фтористых соединений применяют абсорбенты, орошаемые водными растворами щелочей (соды). От сернистого газа воздух очищают с помощью абсорберов, орошаемых раствором аммиака, и получают ценное удобрение – сульфат аммония, или для очистки используют сульфит бисульфитные установки.

Адсорберы применяют для очистки газов от сероуглерода и других загрязнителей. Загрязненный воздух пропускается через слой адсорбента (активированного угля), который и поглощает сероуглерод и другие вредные вещества.

Аэрозоли металлов (свинца, ванадия и т.д.) улавливают на электрофильтрах, сажу – на матерчатых фильтрах и электрофильтрах типа СГ. Органические загрязнители – ацетальдегид, винилацетат, дихлорэтан, пропиловый спирт, формальдегид, метанол, фенол, акролеин – улавливают в орошаемых водой скрубберах с последующей биологической очисткой на биофильтрах или в аэротенках. Их можно окислять до углекислого газа и воды в установках (печах) каталитического сжигания. Диметилсульфид, изопропил бензол, диэтиламин, дивинил сжигают или окисляют методом озонирования. Поскольку выбросы любого предприятия содержат не одно, а сразу несколько вредных веществ, применяют многоступенчатую очистку (или двухступенчатую), комбинируя различные методы и установки для очистки.

Таблица 3.7 Эффективность использования разных пылеулавливающих аппаратов

Аппарат	Эффек- тив- ность	Стоимость основного оборудования	Расход энергии
Циклон ^{*)}	1	1	1
Батарейный циклон	2	2	1,5
Пылеосадочная камера	0,8	0,5	1
Орошаемый скруббер	4	6	0,5
Матерчатый фильтр	15	10	2
Электрофильтр	6	10	0,2

^{*)} Показатели циклона приняты за единицу

Некоторые предприятия строительной индустрии значительно снизили загрязнение воздуха. Так, многие цементные заводы перешли от сухого способа изготовления к мокрому, от рукавных фильтров и батарейных циклонов – к электрофильтрам. В настоящее время безжизненные пустыни вокруг цементных заводов превратились в зеленые массивы (Новороссийский цементный комбинат, Нижнетагильский цементный завод, Новомосковский гипсовый комбинат, Тульский завод строительных материалов и т.д.). Предприятия бывшего Минпромстроя РФ улавливают более 70 % общего объема загрязнений.

3.4.3 Архитектурно-планировочные мероприятия

В архитектурно-планировочную группу мероприятий входит зонирование территории города, рациональное размещение предприятий, организация санитарно-защитных зон, планировка жилых районов, озеленение населенных мест.

Согласно требованиям СанПиН 2.1.6.575-96, в целях снижения вредного влияния выбрасываемых в атмосферу пыли и газа на здоровье людей, промышленные предприятия, загрязняющие воздух, надо располагать вдали от жилых массивов, с подветренной стороны и отделять санитарно-защитными зонами /76, 90/. В санитарно-защитной зоне высаживаются деревья и кустарники, создаются лесопарки. В этих зонах можно располагать административно-служебные здания, склады, гаражи, пожарные депо, прачечные, бани, торговые помещения /71/.

В зависимости от вредности выбрасываемых веществ и степени их возможной очистки каждое промышленное предприятие относится к тому или иному классу, в соответствии с которым устанавливают следующие размеры

санитарно-защитных зон: I класс вредности – 1000 м; II класс – 500 м; III класс – 300 м; IV класс – 100 м; V класс – 50 м.

К I классу вредности относятся целлюлозно-бумажные, химические и металлургические комбинаты, алюминиевые и медеплавильные заводы, предприятия по производству портландцемента, шлакопортландцемента и пуццоланового цемента с производительностью более 150 тыс. т в год. К этому классу относятся также предприятия по производству магнезита, доломита и шамота с обжигом в шахтных, вращающихся и других печах.

Ко II классу относят предприятия по производству гипса, асбеста, извести, а также портландцемента и шлакопортландцемента с производительностью до 150 тыс. т в год. К этому же классу относятся предприятия по производству асфальтобетона на нестационарных заводах, древесностружечных и древесноволокнистых плит на полимерных смолах.

Третий класс объединяет предприятия по производству керамзита, стеклянной ваты и шлаковой шерсти, асбоцементных, бетонных и железобетонных изделий, материалов из отходов ТЭЦ и элеваторы цемента. Сюда же включаются установки по производству местного цемента с производительностью до 5 тыс. т в год и асфальтобетона.

К IV классу относятся предприятия по производству искусственных камней, бетонных, асбоцементных, керамических, фаянсовых и фарфоровых изделий. К этому же классу относятся производства полимерных строительных материалов, кирпича, огнеупорных изделий, изделий из каменного литья и стекла, а также литейные цехи автомобильных заводов.

Пятый класс объединяет предприятия по добыче и обработке камня, по производству гипсовых изделий, фибролита, камышита, соломы, глиняных изделий, полимерных строительных материалов, столярно-плотничных изделий и паркета.

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) не должна использоваться для расширения производства, размещения спортивных сооружений, парков отдыха, школ, оздоровительных учреждений и т.п. /7, 9, 71/. По согласованию с Минприроды РФ и органами санитарной службы она может быть использована для посадки сельскохозяйственных культур, под пастбища, сенокосные угодья. Во всех случаях зона должна быть благоустроена и озеленена. В СЗЗ допускается размещать предприятия с производствами меньшего класса вредности, связанные с обслуживанием данного предприятия. Это могут быть пожарные депо, бани, прачечные, гаражи, склады, управления, конструкторские бюро, учебные заведения, магазины, поликлиники и лаборатории. Озеленение территории санитарно-защитной зоны и жилой застройки относится к числу мероприятий, уменьшающих воздействие выбросов предприятий на природную среду и здоровье людей. Хвоя с одного гектара елового леса улавливает 32 т пыли, а листва букового леса - 68 т. На всех промышленных предприятиях (не менее чем на 15 % их территории), в городах и населенных пунктах создаются скверы, парки, сады, зоны отдыха. Вокруг вредных производств (термохимических, полимерных строительных материалов и изделий, цехов с интенсивным газовыделением, содержащих печи для обжига, вагранки и др.) рекомендуется в

обязательном порядке создавать густую зеленую защиту из газо-пылеустойчивых видов деревьев и кустарников с бактерицидными и фитонцидными свойствами.

Застройка городов ведется методом микрорайонирования (крупными жилыми кварталами), с озеленением (более чем на 50 %), с парком в центре. В городах будущего площади зеленых насаждений увеличиваются, дома поднимаются на высокие опоры, освобождаются места для деревьев и кустарников, появляются сады на крышах и стенах домов. Площадь пригородных районов не менее чем в 10 раз будет превышать городскую. Протекающие через город реки становятся его планировочно-композиционным стержнем, появляются каналы, водные каскады, бассейны, пруды. Промышленные предприятия будут работать без вредных выбросов, значительная часть предприятий, транспортных магистралей, магазинов и других служб размещаются под землей. Такая программа осуществляется в Токио, Париже, Вене, Варшаве, Кельне, Пекине, Вашингтоне, Нью-Йорке, Лондоне, Москве, Екатеринбурге и др. При проектировании новых городов учитываются климатические особенности региона и их влияние на распространение токсичных веществ (таблица 3.8).

Новые города делятся на зоны: селитебные (жилые), где зеленые насаждения должны составлять 15-25 %, промышленные (в том числе ТЭС), внешнего транзита (порты, вокзалы, аэродромы). При разработке генеральных планов и строительстве новых городов создаются санитарно-защитные зоны в 5-10 км. Зеленые насаждения в городах, промышленных и санитарно-защитных зонах очищают воздух от газов, обогащают его кислородом, фитонцидами, эфирными маслами и смолами. Каждое взрослое дерево поглощает из воздуха 30-40 кг пыли и копоти в год. В парковой зоне уже на расстоянии 30 м от дороги микробов в 2 раза меньше, чем на улице.

Очень важно озеленение санитарно-защитной зоны. На расстоянии 500 м от предприятия при отсутствии озеленения загрязнение воздуха SO_2 , H_2S и NO_2 в 2 раза ниже, чем у источника загрязнения, а при наличии озеленения - в 3-4 раза ниже. При озеленении санитарной зоны между деревьями следует высаживать кустарники. Вертикальное озеленение вьющимися растениями не только украшает здание, но и удлиняет срок его службы; эффективно используется живая изгородь.

Таблица 3.8 Потенциал загрязнений в различных регионах страны

Потенциал загрязнений	Регион и его эколого-климатические условия
Низкий	Побережье морей Северного Ледовитого океана
Умеренный	Большая часть европейской территории страны и Западная Сибирь
Повышенный	Северный Кавказ, побережье дальневосточных морей (везде туманы и слабые ветры)
Высокий	Урал, территория между Енисеем и Леной (безветренная зима, летом - застой воздуха)
Опасный	Бассейн р. Колымы, Забайкалье, горная местность южных районов азиатской части страны (слабые ветры и мощные приземные инверсии, недостаток кислорода)

Предприятия, являющиеся источниками загрязнения воздуха, не должны располагаться с наветренной стороны по отношению к жилой застройке. Площадки для строительства этих предприятий выбираются с учетом климата и рельефа местности, прямого солнечного облучения, естественного проветривания и уличной вентиляции, условий рассеивания выбросов и туманообразования /67, 71/. Все эти важнейшие параметры зависят от закономерностей распределения физических гравитационно-магнитных полей Земли, которые прекрасно регистрируются аэрокосмическими съемками. В новых городах промышленные зоны отделены зелеными насаждениями санитарно-защитных зон от селитебных и рекреационных ландшафтов.

Особо пылеустойчивые деревья и кустарники: акация белая, вяз гладкий, вяз листоватый, ель колючая, каштан конский, клен остролистный, полевой, серебристый, липа, можжевельник виргинский, орех грецкий черный, тополь белый, канадский, туркестанский, черный, черемуха обыкновенная, виргинская.

Газоустойчивые деревья и кустарники: акация белая, боярышник обыкновенный, бузина красная, ель колючая, клен ясенелистый, смородина золотистая, тополь канадский, туя западная, шелковица.

Средне газоустойчивые деревья и кустарники: береза бородавчатая и пушистая, лиственница сибирская, можжевельник, груша обыкновенная, дуб красный и черешчатый, жасмин, жимолость татарская, ива белая, ломкая, плакучая, калина обыкновенная, клен остролистный, полевой, татарский, тополь пирамидальный, черемуха обыкновенная, яблоня лесная, ясень зеленый.

Деревья, обладающие фитонцидными свойствами: береза бородавчатая, граб

обыкновенный, дуб черешчатый, клен остролистный, можжевельник обыкновенный, орех, рябина обыкновенная, сосна крымская, обыкновенная, тополь бальзамический, берлинский, туя, черемуха обыкновенная.

Деревья, листья которых обладают бактерицидными свойствами: акация белая, береза бородавчатая, кедр, клен серебристый, липа мелколистная, лиственница, дуб, тополь, можжевельник обыкновенный, орех грецкий, осина, черемуха обыкновенная, эвкалипт, сосна, пихта.

3.4.4 Инженерно-организационные мероприятия

В том случае, когда существующие методы очистки не обеспечивают санитарных норм, прибегают к инженерно-организационным мероприятиям: снижение интенсивности движения транспорта на отдельных перегруженных городских магистралях, увеличение высоты труб, через которые осуществляются газопылевые выбросы в атмосферу, повышение скорости движения газов по этим трубам и пр.

Уровень загрязнения от автотранспорта зависит от организации дорожного движения; он возрастает при торможении, при работе двигателей автомобилей на малых оборотах. Проблема решается путем развязки пересечений дорог на разных уровнях, создания на дорогах «зеленой волны», прокладки трасс дорог в выемках.

Рассеивание вредных веществ в атмосфере является вынужденным временным мероприятием, когда существующие очистные аппараты не обеспечивают требуемого уровня очистки выбросов от вредных веществ. Возможны и аварийные ситуации, как на самом производстве, так и на очистных сооружениях. При авариях санитарные нормы так же не должны нарушаться. Необходимо рассеивать вредные вещества в атмосфере.

Концентрация вещества в выбросах зависит от высоты трубы и выражается следующей формулой:

$$C_m = \frac{1}{H^2}, \quad (3.2)$$

где C_m - максимальная концентрация вредных веществ в выбросах, мг/м^3 ; H - высота трубы, м.

Так, при $H=20$ м $C_m=1/400$, а при $H=200$ м $C_m=1/40000$. Следовательно, увеличение высоты трубы в 10 раз позволяет достигнуть такого эффекта рассеивания, что его можно условно считать равным 98-99 % очистки выбросов.

Таким образом, чем выше труба, тем больше ее рассеивающий эффект. В то же время следует учитывать тот факт, что при выбросах в высокие трубы возрастает общее количество примесей в атмосфере и повышается общее фоновое загрязнение воздуха. Если дымовая труба высотой 100 м позволяет рассеивать вредные вещества в радиусе до 20 км, то труба высотой 250 м увеличивает радиус рассеивания до 75 км. Самая высокая в мире труба (более 400 м) построена на медно-никелевом комбинате в г. Садбери (Канада). Росгидрометом не рекомендуется сооружение труб высотой более 150 м.

Основная формула (СН 369-74) максимальной разовой концентрации

вещества (в первом приближении) следующая /86/:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot \Phi}{H^2 \cdot \sqrt[3]{B_1 \cdot (t_1 - t_2)}} \text{ мг/м}^3, \quad (3.3)$$

где A - коэффициент, учитывающий частоту температурных инверсий в данной местности (для Средней Азии он равен 240, для Сибири - 200; для Урала и Поволжья - 160, для центральной европейской части страны - 120);

M - количество вредного вещества в выбросе, г/с;

H - высота трубы, м;

B_1 - объем выброса, м³/с;

t_1 - температура выброса, °С;

t_2 - температура атмосферного воздуха для самого холодного месяца в данной местности;

Φ - коэффициент скорости оседания частиц в атмосфере (для газов - 1,0, для паров - 2,0, для пыли - 3,0).

Точка обнаружения максимальной концентрации C_m находится по направлению ветра («под факелом») на расстоянии $X_m = 20 \cdot H$. Из этих формул видно, что X_m должно быть равно радиусу санитарно-защитной зоны, а C_m - максимальной разовой ПДК для рассматриваемого загрязнителя атмосферы (по СанПиН 2.1.6.575-96). Рассчитываем модуль предельно допустимого выброса $M_{пдв}$, г/с /76, 86/:

$$M_{пдв} = \frac{C_m \cdot H^2 \cdot \sqrt[3]{B_1 \cdot (t_1 - t_2)}}{A \cdot \Phi}, \quad (3.4)$$

где C_m - максимальная разовая ПДК, мг/м³. Зная фактическое содержание вредного вещества на границе санитарно-защитной зоны, можно рассчитать модуль фактического выброса. $M_{факт}$ по аналогичной формуле, заменив C_m на $C_{факт}$, находим фактическую концентрацию загрязнителя, мг/м³:

$$M_{факт} = \frac{C_{факт} \cdot H^2 \cdot \sqrt[3]{B_1 \cdot (t_1 - t_2)}}{A \cdot \Phi} \text{ г/с}, \quad (3.5)$$

Эффективность необходимой для соблюдения санитарных норм очистки (или рассеяния) определяем по формуле

$$\Xi = \frac{M_{факт} - M_{пдв}}{M_{факт}} \cdot 100 \%. \quad (3.6)$$

В зависимости от необходимой эффективности очистки выбираются те или иные методы, способы и аппараты очистки газопылевых выбросов.

Принимаемые в нашей стране меры по снижению загрязнения воздуха, к сожалению, пока не дают заметного эффекта. Так, с 1985 по 2002 г. улавливание и обезвреживание вредных веществ, по официальным отчетам, увеличилось с 75 до 90 %. В Москве и других городах реконструирован или выведен из города ряд предприятий, построены объездные дороги; в связи с газификацией снизилась

загрязненность пылью, СО и SO₂. На 10 % снизилась запыленность воздуха в Перми, Челябинске, Оренбурге и других городах.

Однако рост заболеваемости населения, снижение средней продолжительности жизни людей, рост смертности, особенно детской, свидетельствуют о развитии негативных экологических явлений и, в частности, об общем росте загрязнения атмосферы в урбанизированных зонах.

В США, Японии, ФРГ, Франции, Англии и Канаде уровень запыленности городов в последние годы снижается до 4 % в год.

3.5 Правовые вопросы охраны атмосферного воздуха

Эти вопросы нашли отражение еще в 1919 г. в Декрете о санитарной охране жилищ и получили развитие в 1949 г. в Постановлении СМ СССР о мерах по борьбе с загрязнением атмосферного воздуха и об улучшении санитарно-гигиенических условий населенных мест и в ряде последовавших за ними документов /81/.

14.07.1992 г. принят федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха», предусматривающий поддержание хорошего качества атмосферного воздуха в городах и населенных пунктах страны и включающий соответствующий комплекс профилактических мер. Законом предполагается охрана воздуха от всех стационарных и передвижных источников загрязнения, а также от вредных физических, биологических и иных воздействий, вызывающих неблагоприятные последствия для населения, народного хозяйства, животного и растительного мира. В России установлено более 200 нормативов содержания вредных веществ в атмосфере, как по концентрациям, так и по предельно допустимым выбросам (ПДВ) при обычных и при неблагоприятных метеоусловиях (НМУ) /67/. На каждом предприятии и в каждом проекте на строительство производится паспортизация источников загрязнения и нормирование ПДВ. Проекты, не отвечающие требованиям закона, не утверждаются, а предприятия и сооружения, нарушающие его, подлежат ликвидации или перемещению в другое место с соответствующей реконструкцией.

Государственный контроль за охраной атмосферного воздуха в настоящее время осуществляется исполнительными и распорядительными органами власти, а также специально уполномоченными органами:

— Минприроды РФ – за соблюдением правил и норм по охране атмосферного воздуха, регулированием использования воздушного бассейна городов и промышленных центров;

— Центрами Госсанэпиднадзора Минздрава РФ – за соблюдением санитарно-гигиенических правил и норм по охране атмосферного воздуха, включая охрану от вредных физических воздействий, оказывающих отрицательное влияние на здоровье людей;

— Государственной инспекцией по контролю за работой газоочистных и пылеулавливающих установок – за оснащенностью предприятий, учреждений и организаций сооружениями, оборудованием и аппаратурой для очистки выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и соблюдением правил эксплуатации всех

этих средств;

— Государственной инспекцией ГИПДД Министерства внутренних дел РФ – за соблюдением нормативов предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, а также уровней шума, установленных для автотранспортных средств.

Координация работ всех указанных органов по контролю за охраной атмосферного воздуха осуществляется с 1988 г. Госкомприроды РФ, ныне Минприроды РФ. Инспекции Минприроды и санитарной службы могут давать имеющие обязательную силу заключения по представляемым на согласование проектам строительства и реконструкции объектов, деятельность которых влияет на состояние атмосферного воздуха. Инспектор может ограничить, приостановить или запретить выбросы загрязнений и вредные физические воздействия вплоть до остановки части или всего объекта. Инспектор имеет право посещать соответствующие объекты, независимо от их ведомственной принадлежности, проверять, давать указания, получать объяснения, сведения и материалы (в том числе лабораторные анализы) по вопросам состояния, использования и охраны атмосферного воздуха. Он может привлекать научно-исследовательские и проектно-изыскательские учреждения, лаборатории и другие организации и отдельных специалистов для проведения анализов, экспертиз, выдачи заключений, а также для участия в проверке выполнения мероприятий по охране атмосферного воздуха.

Инспекторы вправе и обязаны составлять акты о производственных проверках и протоколы о нарушениях правил по охране атмосферного воздуха и в установленном порядке ставить вопрос о привлечении виновных к административной ответственности, а в необходимых случаях – передавать материалы органам прокуратуры для привлечения лиц, виновных в нарушении законодательства, к уголовной ответственности.

Административная ответственность за нарушение законодательства об охране атмосферного воздуха рассматривается административными комиссиями при местных администрациях. В административном порядке за нарушение определяются наказания в форме штрафов, пропорциональных размеру ущерба, нанесенного природной среде и населению.

Уголовная ответственность за загрязнение атмосферного воздуха вредными для здоровья людей отходами промышленного производства по ст. 223 и 222 УК РФ предусматривает исправительные работы сроком до одного года или штраф в размере нанесенного ущерба. Те же действия, причинившие существенный вред здоровью людей или сельскохозяйственному производству, наказываются лишением свободы на срок до 5 лет, а в случае, если эти действия стали причиной смерти человека, до 8 лет.

Задание 3

1. По исходным данным индивидуального задания определить класс предприятия и размер санитарно-защитной зоны.

2. Пользуясь СанПиН 2.1.6.575-96 (разделом 2 этой главы и таблица 3.5), установить наличие в выбросах вредных веществ, обладающих эффектом суммации действия, и по формуле суммации действия определить кратность

превышения ПДК вредных веществ на границе санитарно-защитной зоны по максимальным разовым фактическим концентрациям.

3. Для трех, наиболее загрязняющих воздух вредных веществ определить фактический и максимально допустимый выброс, фактическую и необходимую для соблюдения санитарных норм ПДК, эффективность их рассеивания или очистки.

4. Составить план мероприятий по охране воздушного бассейна для данного предприятия. План должен включать следующие разделы:

а) характеристика и оценка загрязнения атмосферного воздуха на границе санитарно-защитной зоны и жилой застройки (см. вопросы 1, 2);

б) описание действия на организм человека и окружающую среду одного из вредных веществ смеси, наиболее интенсивно загрязняющего воздушный бассейн;

в) обоснование величины максимально допустимого выброса для трех наиболее загрязняющих воздух вредных веществ и размера санитарно-защитной зоны (см. вопросы 1, 3);

г) обоснование применения конкретных типов очистных аппаратов для каждого вредного вещества в соответствии с необходимой для него эффективностью очистки;

д) обоснование ассортимента деревьев и кустарников для высадки в санитарно-защитной зоне предприятия.

Работа оформляется в тетради для практических занятий. Необходимо переписать в тетрадь исходные данные по своему варианту из таблицы 3.9* и письменно ответить на поставленные вопросы, пользуясь в качестве справочной литературы материалами данного учебного пособия.

Вариант № 1. Химический комбинат строится на Урале. Будет производить синтетические вискозные волокна и выбрасывать в атмосферный воздух через трубы высотой 50 м $1000 \text{ м}^3/\text{с}$ различных газов и аэрозолей с $t \text{ } 160^\circ\text{C}$. Расчетная температура атмосферного воздуха для января в данной местности -16°C .

Вариант № 2. Химический комбинат синтетических волокон строится на юге Сибири. Через трубу высотой 70 м выбрасывается $1700 \text{ м}^3/\text{с}$ различных газов и аэрозолей с температурой 190°C . Расчетная температура атмосферного воздуха для января в данной местности -26°C .

Вариант № 3. Крупная ГРЭС строится на Урале. Будет выбрасывать в атмосферу через трубу высотой 250 м $2340 \text{ м}^3/\text{с}$ различных газов и аэрозолей, $t \text{ } 130^\circ\text{C}$. Расчетная температура атмосферного воздуха для января в данной местности -17°C .

Вариант № 4. Крупная ГРЭС строится на Дальнем Востоке. Высота трубы 190 м. Объем выбросов составит $1960 \text{ м}^3/\text{с}$. Температура газов и аэрозолей составит 150°C , а расчетная температура атмосферного воздуха для января -10°C .

Вариант № 5. Металлургический комбинат строится на Урале, проектная мощность - более 1 млн т стали в год, конверторное производство. Будет

* При выполнении вариантов № 1-20 состав и концентрацию вредных веществ в атмосферном воздухе на границе санитарно-защитной зоны определять по своему варианту из табл. 3.9.

выбрасывать через систему аспирации на высоте 50 м в атмосферный воздух $1900 \text{ м}^3/\text{с}$ отходящих газов и аэрозолей, $t \ 110^\circ\text{C}$. Расчетная температура атмосферного воздуха зимой для данной местности -18°C .

Вариант № 6. Современный металлургический комбинат строится в средней полосе европейской части России. Высота трубы 120 м. Объем выбросов $2230 \text{ м}^3/\text{с}$ с температурой 130°C . Расчетная температура атмосферного воздуха для января составляет -12°C .

Вариант № 7. Завод проектируется в г. Северо-Уральске. Будет производить алюминий электролизным методом и выбрасывать в атмосферу через трубу высотой 50 м $900 \text{ м}^3/\text{с}$ отходящих газов и аэрозолей, $t \ 160^\circ\text{C}$. Расчетная температура января -20°C .

Вариант № 8. Завод по производству алюминия с высотой труб в 120 м и объемом выбросов $170 \text{ м}^3/\text{с}$ строится в Сибири. Температура выбросов составляют 130°C и температура января -17°C .

Вариант № 9. Целлюлозно-бумажный комбинат проектируется в Сибири. Будет выбрасывать в атмосферу через трубы высотой 60 м $1500 \text{ м}^3/\text{с}$ отходящих газов и аэрозолей, их температура 95°C . Расчетная температура января -25°C .

Вариант № 10. Целлюлозно-картонный комбинат на севере европейской территории страны. Высота труб 90 м. Объем выбросов $200 \text{ м}^3/\text{с}$. Температуры выбросов и воздуха в январе соответственно составляют $+120^\circ\text{C}$ и -19°C .

Вариант № 11. Проектируется литейный цех автомобильного завода на Волге. Выбросы ($300 \text{ м}^3/\text{с}$) будут поступать через трубу вытяжной вентиляции высотой 10 м в атмосферный воздух, температура выбросов 24°C . Расчетная температура января -15°C .

Вариант № 12. Литейный цех авторемонтного завода проектируется в Курганской области. Труба высотой 20 м. Объем выбросов $550 \text{ м}^3/\text{с}$. Температуры выбросов и атмосферного воздуха соответственно равны 36°C и -18°C .

Вариант № 13. Медеплавильный завод проектируется в Читинской области. Будет выбрасывать через трубу высотой 70 м $1200 \text{ м}^3/\text{с}$ отходящих газов и аэрозолей, $t \ 170^\circ\text{C}$. Расчетная температура января -27°C .

Вариант № 14. Медно-серный комбинат реконструируется в г. Медногорске на Южном Урале. Труба имеет высоту 120 м. Объемы выбросов $1600 \text{ м}^3/\text{с}$. Температуры выбросов и воздуха в январе соответственно составляют $+190^\circ\text{C}$ и -17°C .

Вариант № 15. Завод по производству асбеста проектируется в г. Ново-Асбест на Среднем Урале. Будет выбрасывать через трубу высотой 35 м $1200 \text{ м}^3/\text{с}$ отходящих газов и аэрозолей, $t \ 90^\circ\text{C}$. Расчетная температура января -20°C .

Вариант № 16. Завод по производству асбоцементных изделий проектируется в г. Ясном на Южном Урале. Высота труб 55 м. Объемы выбросов $1720 \text{ м}^3/\text{с}$. Температуры выбросов и воздуха в январе соответственно составляют $+110^\circ\text{C}$ и -16°C .

Вариант № 17. Завод по производству портландцемента (более 150 тыс. т в год) проектируется на Урале. Будет выбрасывать через трубу высотой 60 м $1000 \text{ м}^3/\text{с}$ отходящих газов и аэрозолей, $t \ 80^\circ\text{C}$. Расчетная температура января -19°C .

Таблица 3.9 Концентрации загрязненных веществ, выбрасываемых в атмосферу на границе санитарно-защитной зоны, мг/м³

№ ва- риа н-та	Вещество	Максимальная разовая концентрация			Среднесуточная концентрация		
		Факти- ческая	ПДК по СанПиН 2.1.6.575-96	Крат- ность превы- шения	Факти- ческая	ПДК по СанПиН 2.1.6.575- 96	Крат- ность превы- шения
1	2	3	4 ^{*)}	5	6	7	8
1-2	Ацетальдегид	0,1			0,08		
	Винилацетат	0,6			0,25		
	Сероуглерод	0,09			0,045		
	Акролеин	0,3			0,03		
	Сернистый газ	0,8			0,04		
	Двуокись азота	0,14			0,098		
3-4	Окись углерода	10,0			5,0		
	Сернистый газ	1,1			0,49		
	Сажа (копоть)	0,6			0,1		
	Двуокись азота	1,9			0,19		
	Формальдегид	0,0			0,015		
	Пыль нетоксичная	1,1			0,76		
5-6	Сернистый газ	3,0			0,75		
	Окись углерода	6,0			4,75		
	Сажа (копоть)	0,65			0,09		
	Марганец	0,04			0,02		
	Ванадия пятиокись	0,01			0,005		
	Сероуглерод	0,07			0,25		
7-8	Дихлорэтан	5,0			2,3		
	Сернистый газ	1,5			0,15		
	Окись углерода	5,0			2,35		
	Фториды (газы и фторсоли)	0,16			0,09		
	Пыль нетоксичная	4,0			0,64		
	Сажа (копоть)	0,3			0,05		
9- 10	Окись углерода	6,0			2,0		
	Пыль нетоксичная	1,0			0,6		
	Сернистый газ	1,1			0,26		
	Сернистая кислота	1,0			0,51		
	Изопропилбензол	0,06			0,02		
	Пропиловый спирт	0,81			0,50		

Продолжение таблицы 3.9

1	2	3	4	5	6	7	8
11-12	Окись углерода	5,5			2,4		
	Сернистый газ	0,75			0,11		
	Азота двуокись	0,21			0,09		
	Метанол	2,2			0,90		
	Формальдегид	0,03			0,03		
	Фенол	0,03			0,03		
13-14	Сернистый газ	1,1			0,5		
	Окись углерода	7,0			3,7		
	Двуокись азота	0,3			0,1		
	Мышьяк	0,005			0,005		
	Свинец сернистый	0,003			0,003		
	Пыль нетоксичная	2,0			0,25		
15-16	Сернистый газ	0,8			0,23		
	Сероводород	0,07			0,033		
	Окись углерода	5,0			1,95		
	Пыль нетоксична	2,8			1,0		
	Сажа (копоть)	0,3			0,05		
	Двуокись азота	0,2			0,1		
17-18	Сернистый газ	1,2			0,52		
	Окись углерода	6,0			2,75		
	Соляная кислота	4,0			0,2		
	Двуокись азота	0,085			0,065		
19-20	Серная кислота	0,5			0,38		
	Пыль нетоксичная	4,0			2,85		
	Сернистый газ	0,4			0,002		
	Сероводород	0,2			0,1		
	Акролеин	0,08			0,04		
	Изопропилбензол	0,04			0,04		
	Сажа (копоть)	4,0			1,73		
	Свинец сернистый	0,005			0,0042		

* Графы 4, 5, 7, 8 заполняются студентами при выполнении задания

Вариант № 18. Комбинат по производству цемента реконструируется в г.Новороссийске. Высота труб 90 м. Объем выбросов 2100 м³/с. Температуры выбросов и воздуха в январе соответственно составляют +110 °С и –12 °С.

Вариант № 19. Асфальтобетонный завод проектируется на Урале. Будет выбрасывать через трубу высотой 25 м $900 \text{ м}^3/\text{с}$ отходящих газов и аэрозолей, t 130°C . Расчетная температура января -21°C .

Вариант № 20. Завод по производству асфальта проектируется в Тюменской области. Высота трубы 32 м. Объем выбросов $1470 \text{ м}^3/\text{с}$. Температуры выбросов и воздуха в январе соответственно составляют $+150^\circ\text{C}$ и -27°C .

4 Основы гидроэкологии

4.1 Значение воды в природе и обществе

Гидрогеоэкология – это междисциплинарная наука об экологических проблемах гидросферы планеты. Объектом исследования этой науки служит поверхностная часть подземной гидросферы, где проявляются процессы техногенеза. Предмет исследований – это процессы техногенеза, протекающие в системе: вода – порода – газ – живое вещество.

Пресная вода - самое ценное полезное ископаемое на Земле. Участник эскадрильи Нормандия - Неман, известный французский писатель Антуан де Сент-Экзюпери выразил свое отношение к воде следующим образом: «Вода! Вода, у тебя нет ни вкуса, ни цвета, ни запаха, тебя невозможно описать, тобой наслаждаются, не ведая, что ты такое! Нельзя сказать, что ты необходима для жизни: ты сама жизнь. Ты наполняешь нас радостью, которую не объяснить нашими чувствами. Ты самое большое богатство на свете...». Водные ресурсы - национальное богатство нашей страны, которое требует строгого учета, охраны от загрязнения и истощения, экономного и планомерного использования в народном хозяйстве. Вода в трех своих физических состояниях, включая полярные шапки и ледники, образует на Земле сплошную оболочку, называемую гидросферой. Гидросфера состоит из вод океанов, морей, озер, рек, болот, снежников, ледников, а также подземных вод, вод атмосферы и живых организмов. Объем вод Мирового океана 1,33 млрд км³, подземных вод - 61,4 млн км³*, льдов и снежников - 24 млн км³, поверхностных вод суши - 0,5 млн км³, вод атмосферы - 0,014 млн км³ и живых организмов - 0,05 тыс. км³. На долю пресных вод приходится всего 2 % общего объема воды на Земле. Наибольшая глубина Мирового океана 11022 м. Ученые считают, что в земной коре вода в жидкой фазе встречается до глубины 10-12 км, а глубже вода существует только в парообразном и химически связанном состояниях /105, 106, 151, 160/. В атмосфере вода встречается до высоты 10-12 км, причем с высотой количество влаги резко снижается; в Антарктике мощность ледяного покрова достигает 4 км.

Температура воды в океане меняется до глубины 200-300 м в зависимости от сезона года, колеблясь от 25 °С у экватора и до 0 °С в приполярных областях. С 200-300 м до 1500 м температура воды в океане постепенно снижается до 2-0 °С и далее остается постоянной. В приполярных областях на глубине от 50-60 м до 500 м температура воды несколько повышается, а к придонным слоям понижается до 0 °С и ниже.

Средняя плотность океанической воды составляет 1,025 г/см³ при минерализации 35 г/л. В растворе воды установлены почти все элементы периодической системы, в значительных количествах встречаются хлор, натрий, магний /92, 106/. В составе пресных вод суши с минерализацией до 1 г/л преобладают карбонаты кальция /151/. Минерализация подземных вод изменяется

* Объем подземных вод и их значение в жизни планеты явно занижаются как отечественными, так и зарубежными исследователями

от сотых долей грамма до 500-600 г/л. В рассолах преобладают хлориды натрия и кальция.

Вода имеет большую теплоемкость, является растворителем и участвует в биологическом круговороте веществ. Для многих живых организмов она служит средой обитания. Моря и океаны накапливают тепло, поглощая энергию Солнца, определяют климат и изменение погоды. Платон (427-347 гг. до н. э.) считал воду наряду с огнем, землей и воздухом одним из четырех начал всего существующего на Земле. Вода – это сама жизнь, в живых организмах она участвует в процессах обмена, обеспечивая нормальное развитие жизни. Так, человек на 60-80 % состоит из воды. При потере 12 % воды у человека останавливается сердце, а потеря 6-8 % вызывает обморок. Например, твердая морковь содержит 90 % воды, а огурцы – более 95 %.

Исключительна роль воды и в жизни человеческого общества. Водоемы превратились в транспортные пути и в источник дешевой электроэнергии; пресная вода – сырье для получения разнообразной продукции, охладитель двигателей и компрессоров на тепловых электростанциях и растворитель в химической промышленности; ею поливают улицы и зеленые насаждения. Чтобы вырастить тонну пшеницы требуется 1500 т воды, а тонну риса – 7000 т. воды. Вода в виде льда распространена и в космическом пространстве. Астрофизики обнаружили молекулы воды на Солнце, в зоне развития так называемых солнечных пятен. Температура здесь достигает +4000 °С. Это говорит о необходимости пересмотра представлений о надкритическом состоянии воды.

4.2 Водные ресурсы

На Земле около 1,4 млрд км³ воды. Из них 97,5 % - соленая вода океанов и морей и рассолы подземной гидросферы: 70 % поверхности планеты приходится на моря и океаны. Запасы пресной воды на Земле составляют чуть больше 30 млн км³, и из них 97 % сосредоточено в полярных шапках и ледниках /133/. В ручьях, реках, озерах, в атмосфере содержится около 0,01% общих запасов воды на Земле, т.е. чуть больше 50 тыс. км³/год. В расчете на шестимиллиардное население Земли водные ресурсы используются следующим образом, км³:

ирригация	7000
промышленность	1700
бытовые нужды	600
разбавление сточных вод	9000
другие виды потребления	400

ИТОГО:	18700
--------	-------

Эти используемые ресурсы составляют более трети мировых запасов пресной воды. Ресурсы бывшего СССР равны 4384 км³/год, а единовременные объемы воды в реках - 475 км³. Значительные запасы (3000 км³) сосредоточены в болотах Западной Сибири и северо-востока европейской части России. Болота являются природными аккумуляторами и осветлителями влаги, регуляторами

гидрологического режима не только водных бассейнов, но и регионов в целом. Значительную часть водных ресурсов страны составляют воды озер. В самых крупных из них сосредоточено до 26000 км³ воды, в том числе 23000 км³ - в озере Байкал.

Ресурсы подземных вод России, пригодные для хозяйственно-питьевых целей, оцениваются в 220-300 км³/год, а утвержденные эксплуатационные запасы составляют около 50 км³ в год; 150 наиболее крупных искусственных водохранилищ содержат 810 км³ воды. Водопотребление нашей страны в 1991 г. составляло около 300 км³/год. Из них на хозяйственно-питьевые нужды тратилось менее 10 %.

Дефицит воды в мире связан с нерациональным использованием и неравномерным распределением водных ресурсов по территории земного шара (таблица 4.1). Водные ресурсы на территории России также распределены неравномерно и довольно неблагоприятно /176, 180, 184/. Лишь 14 % речного стока приходится на районы, где размещено 80 % промышленного и сельскохозяйственного производства и проживает 85 % населения. Сибирские реки, протекающие по наименее населенным и освоенным регионам, выносят около 2/3 годового речного стока страны в Ледовитый океан, на южные и западные районы страны приходится порядка 15 % всех видов водных ресурсов.

Таблица 4.1 Водные ресурсы крупнейших стран мира

Страна	Средне- годовой сток рек, км ³	Водообеспеченность на одного жителя, тыс. м ³
Бразилия	5668	59,50
Бывший СССР	4384	17,50
КНР	2880	3,79
Канада	2740	128,00
США	2345	11,40
Индия	1586	2,88

Количество воды в водоемах суши устойчиво уменьшается, в то же время уровень Мирового океана повышается на 1,2 мм в год. Причинами этого являются вырубка лесов, осушение болот, уменьшение количества осадков на суше.

По данным ООН, 23 % городских и 80 % сельских жителей не обеспечены питьевой водой удовлетворительного качества при общем уровне суточного потребления порядка 50 млрд т, что в несколько раз превосходит объемы годовой добычи всех остальных полезных ископаемых в мире. Поскольку ресурсы пресных вод размещены на Земле крайне неравномерно и больше половины территории суши – это зоны с недостаточным увлажнением, широко используется дорогостоящая опресненная морская вода в странах Аравийского полуострова, районах Персидского залива, Гибралтара, на Бермудских, Багамских, Курасао и

других островах. Только в районе Персидского залива действует 48 опреснительных установок. Ряд стран вынужден импортировать пресную воду. Острый дефицит воды существует в Японии, Алжире, Тунисе, Италии, Эфиопии, Пакистане и других странах. Общий дефицит пресной воды на планете составляет 20 млн м³/сут. Он изменяется по сезонам года, поскольку, например, 80 % стока в степной зоне России приходится на кратковременные (порядка 1,5 месяца) периоды паводков и половодий. Многие миллиарды рублей затрачены на строительство водопроводов и каналов протяженностью в сотни километров.

4.3 Использование воды

Выделяют следующие способы использования воды в народном хозяйстве: водопользование и водопотребление. *Водопользование* - это использование воды в качестве среды или механического источника без изъятия ее из водоема, например, для водного транспорта, рыбного хозяйства, гидроэнергетики, лесосплава и пр. *Водопотребление* сопровождается забором воды из источника для хозяйственно-питьевых нужд, промышленности, сельского хозяйства и т.д. При этом вода может возвращаться и не возвращаться обратно в водоем (ГОСТ 17.1.1.03-86) /39-42, 80/.

Вода используется как сырье, применяется в технологических процессах как растворитель и охладитель. Основная её масса идет на производство энергии, охлаждение агрегатов, предупреждение перегрева скоростных режущих инструментов, подогрев сушильных установок. Тепловой электростанции мощностью 1000 МВт для охлаждения агрегатов требуется 1,3 млн м³ воды в год. Атомным электростанциям для охлаждения вторичных контуров нужно на 1000 МВт более 2,5 млн м³ воды в год, т.е. АЭС пока далеко не экономичны как с санитарно-геохимических, так и с водохозяйственных позиций.

В обрабатывающей промышленности вода расходуется почти во всех технологических процессах: растворении, смешивании, очищении и др. Наиболее влагоемкими являются производство искусственного волокна и шерстяных тканей, очистка нефтепродуктов, металлургия. Для производства 1 т меди требуется 5000 т воды, 1 т каучука – 2500 т, 1 т капрона – 5600 т, 1 т бумаги – 1000 т, 1 т синтетического волокна – 250 т, для переработки 1 т хлопка – 200 т, для производства 1 т стали – 300 т, для добычи 1 т угля – 6 т воды.

В среднем один человек в нашей стране получает 170 л воды в сутки, в больших городах – 300 л, а в Москве – 360 л. В Лондоне на каждого жителя приходится 170 л воды в сутки. При мойке дорог расходуется 12-15 м³ воды на 1 га площади. Водопроводы нашей страны забирают ежедневно до 100 млн м³ чистой воды. Сельское хозяйство является самым крупным потребителем воды, затем следуют промышленность и энергетика, и, наконец, коммунальное хозяйство. Потребление воды отечественной промышленностью удваивалось каждые 10 лет, а в последний советский период возрастало на 6-8 % ежегодно. Вода хозяйственно-питьевого назначения неоправданно расходуется в промышленности. До 25 % воды постоянно теряется в результате утечек в коммунальном хозяйстве городов.

Быстрыми темпами в стране развивалась мелиорация земель (21 млн га в 1972 г., 35 млн га в 1982 г., более 40 млн га к 1991 г.). Велось большое водохозяйственное строительство, особенно на юге европейской части России. Потребность народного хозяйства бывшего СССР в воде в 1991 г., по данным Минводхоза, составляла около 400 км³*.

Основной причиной возникновения водного дефицита и сокращения эксплуатационных ресурсов воды является загрязнение поверхностных и подземных вод /160,169,176,184/. В процессе промышленного и сельскохозяйственного производства человек преобразовывает и изменяет химический состав исходных естественных веществ, создавая новые химические комбинации и вещества, не встречающиеся в природных условиях. Природная среда все время «обогащается» (или отравляется) не только отходами производства, но и различными элементами продуктов нашей деятельности. Природные водоемы засорены, например, опавшей листвой деревьев, взвешенными веществами, образующимися во время бурных паводков, отмирающей водной растительностью. Однако примеси естественного происхождения довольно быстро биологически разлагаются, они всегда присутствуют как нормальные компоненты экосистемы. Техногенные загрязнения, связанные с деятельностью человека и поступающие в водоемы в огромных количествах, не могут быть переработаны природными экосистемами и не поддаются биохимическому разложению.

4.4 Загрязнение водных ресурсов

Выполнение в процессе строительства буровзрывных работ, эксплуатация карьеров, углубление фарватеров рек, намыв грунта, добыча песка и гравия из русел рек и на побережьях морей, устройство свалок под отходы строительного производства, разрушение плодородного слоя почвы, вырубка растительности на территории застройки, прокладка дорог и коммуникаций, слив загрязнений со строительных площадок оказывают отрицательное воздействие на состояние водного бассейна.

В природных водах процессы техногенеза проявляются почти так же интенсивно и масштабно, как и в атмосфере. Происходит коренное изменение состава водных растворов, которое мы вслед за Н.С. Курнаковым, М.Г. Валяшко, В.С. Самариной /102, 103, 169/ называем метаморфизацией. Под метаморфизацией понимаются изменения химического состава природных вод, в результате которых происходит смена химических типов и подтипов (групп) вод /117/. Метаморфизация происходит за счет супертехнофильных элементов, в понимании А.И. Перельмана /163/. Хлор, сера (сульфат-ион), азот (ионы нитратов, нитритов, аммония), углерод (гидрокарбонат и карбонат-ион, органические вещества), а также натрий, кальций, магний, тяжелые металлы характеризуются высокой степенью технофильности. Они накапливаются в

* Земля и вода в настоящее время используются крайне неэффективно, мелиорация не сопровождается использованием твердых мелиорантов и посадкой лесных полос.

водных растворах. В результате изменяется химический тип вод и происходит их загрязнение /169/. Ф.И. Тютюнова рассчитала параметры технофильности более чем для трех десятков элементов /174/.

Воды засоряются естественными продуктами, отходами, поглощающими кислород, суспензиями (взвесями), различными ядовитыми веществами (пестицидами, гербицидами), веществами, вызывающими эвтрофикацию водоемов (ускорение естественных процессов старения водных систем), тепловыми горячими стоками, различными солями, нефтепродуктами, отходами предприятий органического синтеза, моющими средствами, радиоактивными отходами, химическими веществами. Крупными производственными загрязнителями служат и бытовые сточные воды, ливневые и сельскохозяйственные стоки, в том числе с сельскохозяйственных угодий, обрабатываемых пестицидами и минеральными удобрениями, а так же стоки животноводческих и птицеводческих комплексов, ежегодный объем которых составляет около 1,3 млрд м³. Поверхностные и подземные воды производят огромную геологическую работу /150, 151, 177/. Неорганические примеси производственных сточных вод содовых, сернокислых, металлургических и азотно-туковых заводов, обогатительных фабрик, шахт, рудников, некоторых химзаводов содержат кислоты, щелочи, соли разных металлов, сернистые соединения, минеральные и взвешенные вещества.

Разнообразные органические примеси присутствуют в сточных водах нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов, заводов органического синтеза, синтетического каучука и пластмасс, коксохимических заводов, предприятий пищевой и легкой промышленности и других объектов. В сточных водах содержатся нефтепродукты, нафтеновые кислоты, аммиак, альдегиды, кетоны, фенолы, спирты, синтетические смолы, меркаптаны и сероводород. В городских ливневых стоках присутствуют тетраэтилсвинец, осаждающийся из выхлопных газов автомобилей, сернистые соединения, болезнетворные бактерии, нефтепродукты и др.

Глубокое влияние на водоемы оказывает сельское хозяйство. Распашка и мелиорация новых земель, осушение болот, вырубка лесов, в том числе в бассейнах малых рек, приводят к изменению их гидрологического режима, бурным паводкам и обмелению в меженный период, пересыханию ключей и родников, высыханию болот и озер. При неправильном применении удобрений и пестицидов, многократном превышении норм, значительная их часть смывается в водоемы, просачивается в подземные воды, приводит к эвтрофикации малых рек и озер, оказывает угнетающее действие на флору и фауну.

На состояние водных ресурсов влияет и энергетика. На ТЭС и АЭС производится около 96 % всей потребляемой в мире энергии, что сопровождается выбросом токсичных веществ и тепловым загрязнением водоемов. Горячие и теплые сточные воды сбрасывают предприятия химической и металлургической промышленности. Повышение температуры воды в водоемах увеличивает потребление кислорода, усиливает действие токсичных веществ, нарушает биологические процессы существования водных сообществ. Пропуск больших объемов воды через охлаждающие устройства губит живые организмы, в первую очередь планктон и мальков рыб.

Вода не только служит сырьем, но и является средой обитания, участвуя в сложнейших биологических реакциях, присущих всем жизненным процессам.

Вода участвует в фотосинтезе – процессе, в результате которого образуется кислород. В поддержании баланса кислорода основную роль играют растения, в том числе фитопланктон морей и океанов, продуцирующий более 50 % годового поступления кислорода и поглощающий избыток углекислоты в атмосфере. Большая часть загрязнений внутренних водоемов и суши рано или поздно оказывается во внутренних морях и в Мировом океане. Морской и речной транспорт загрязняет водоемы нефтепродуктами и мусором. Лесосплав ведет к загрязнению рек топляками деревьев и продуктами их гниения.

Минеральное загрязнение воды развивается при техногенном оврагообразовании, при техногенной абразии берегов вдоль морей, рек, озер, при водной эрозии поверхности земли. В водоемы поступают минеральные соли, кислоты, щелочи, а также песок, глина, ил, вследствие чего они мелеют. Органическое загрязнение вод осуществляется за счет нефти, бензина, масел, органических соединений, различных растительных и животных остатков. Источниками органического загрязнения вод служат предприятия автомобильной, нефтяной и газовой промышленности. Значительными загрязнителями являются сточные воды кожевенной, целлюлозно-бумажной, мясомолочной, консервной и легкой промышленности, а так же предприятия строительной индустрии и транспорт. Существенно загрязняют водоемы остатки растений, растительного масла, физиологические выделения людей и животных, остатки живого вещества. Биологическое загрязнение протекает при участии бактерий, вирусов, грибов, происходит за счет зарастания водоемов водорослями, попадания в них коммунально-бытовых вод. Биологическое загрязнение вод нередко становится причиной развития инфекционных заболеваний. Тепловое загрязнение усиливает биологическое. Тепловое загрязнение происходит при использовании воды в качестве охладителя. При повышении температуры снижается содержание в воде кислорода, что ведет к размножению анаэробных бактерий, выделению сероводорода, метана и других ядовитых веществ, отравляющих все живое.

Радиоактивное загрязнение вызывается испытаниями термоядерного оружия. Радиоактивные отходы предприятий, атомных электростанций загрязняют речную воду, которая используется в качестве охладителя реакторов. Захоронение радиоактивных отходов в океанических впадинах приводит к радиоактивному загрязнению вод океана.

По данным Всемирной организации здравоохранения, употребление загрязненной воды вызывает 80 % всех заболеваний. В США в 1916 и 1924 гг. причиной эпидемии тифа на Атлантическом побережье оказались устрицы, вылавливаемые из загрязненных вод. В 1961 г. в штатах Нью-Йорк и Нью-Джерси наблюдалась вспышка инфекционного гепатита. Выяснилось, что заболевшие ели устриц, собранных в морском заливе Раритан. Решением ООН период с 1981 по 1990 и 2001-2010 гг. объявлены десятилетиями «питьевой воды».

В загрязненных нефтяными маслами и нефтью водоемах гибнут морские животные и рыбы. Нефтепродукты нерастворимы в воде и распространяются на расстояние более 300 км от источника загрязнения. Легкие фракции нефти образуют пленки, затрудняющие газообмен в водоеме. Так, одна капля нефти образует пятно диаметром до 150 см, а 1 т нефти - до 12 км. В моря ежегодно

попадает около 5 млн т нефти и масел, поступающих при авариях нефтеналивных судов, а также при добыче нефти в море, смываемых с автострад, сбрасываемых при мойке судов.

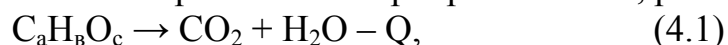
Загрязненные воды разрушают железобетонные и металлические конструкции, находящиеся в воде, усиливают коррозию трубопроводов и образование различного рода отложений в них. Особенно агрессивны кислые стоки, разъедающие металлическую арматуру. При охлаждении агрегатов загрязненной водой на охлаждаемых поверхностях образуются осадки.

От метаморфизации и загрязнения воды общество несет материальный и моральный ущерб. Польские ученые подсчитали, что материальный ущерб, нанесенный национальной экономике использованием неочищенных вод в промышленности, составляет 6,2 млрд злотых в год. При предварительной очистке сточных вод национальный доход Польши был бы на 2,8 млрд злотых больше.

Даже краткий перечень источников техногенного воздействия на водные растворы уже красноречиво характеризует процессы локального, регионального и глобального преобразования гидросферы. И если мы хотим предотвратить разрушение биосферы, то эти процессы следует приостановить или хотя бы замедлить /34, 57, 58, 73, 74, 75, 80, 101, 120, 124, 146/.

4.5 Самоочищение вод и геохимические барьеры

В каждом водоеме живут рыбы, водоплавающие животные, птицы, существуют водоросли, инфузории, рачки, насекомые, планктон, донные организмы. Они участвуют в круговороте веществ. При сбросе в водоем загрязнений биологическое равновесие в нем нарушается. Появляются минеральные новообразования в виде взвесей и растворов. Органические вещества окисляются аэробными микроорганизмами, расходуя кислород:



где $C_aH_bO_c$ – органическое вещество, Q – теплота, выделяющаяся при реакции. Образуются углекислый газ и вода, водоем очищается от органических веществ, но содержание кислорода в воде уменьшается. При израсходовании кислорода размножаются анаэробные организмы, а все аэробные погибают. Самоочищение вод при этом прекращается и начинается разложение органических веществ анаэробными микроорганизмами с образованием аммиака, сероводорода, метана и других веществ. Водоем становится мертвым, а вода приобретает запах тухлых яиц (сероводорода). Чтобы этого не произошло, надо прекратить сброс сточных вод в водоемы, широко использовать в технологии их очистки геохимические барьеры.

Геохимическими барьерами А.И. Перельман /163/ называет такие участки земной коры, в которых на коротком расстоянии происходит резкое уменьшение интенсивности миграции, что приводит к концентрации химических элементов. Геохимические барьеры обнаружены как на поверхности земли, так и в глубоких ее горизонтах. Многие месторождения обязаны своим происхождением осаждению рудных элементов на геохимических барьерах. Выделяют три

основных типа барьеров: биогеохимический, физико-химический, механический.

Физико-химические барьеры подразделяются на классы: окислительный, восстановительный, сульфатный, щелочной, кислый, испарительный, адсорбционный, термодинамический. Для окислительного барьера характерно резкое увеличение E_h среды, а для восстановительного – уменьшение; щелочной барьер связан с резким увеличением pH , кислый – с уменьшением. На термодинамическом барьере происходит осаждение элементов в результате изменения температуры или давления и т.д. Всего в классификации А.И. Перельмана /2, 163/ выделено 96 видов концентраций химических элементов на геохимических барьерах физико-химического типа. Большинство из этих концентраций обнаружено в естественных условиях.

В зависимости от положения в пространстве выделяют латеральные и радиальные барьеры. Латеральные барьеры являются препятствием для субгоризонтальной миграции вещества, радиальные – для вертикальной. На рисунке. 4.1 (по данным Н.Ф. Мырляна, 1985) приведен пример осаждения меди из загрязнённых вод на радиальном щелочном барьере в профиле типичного чернозема. На коротком расстоянии происходит увеличение pH среды от 7 до 8,5, и за счет этого соединения меди из водорастворимой формы переходят в трудно растворимую и накапливаются в почве в более высоких концентрациях. Элементы, которые при увеличении щелочности среды не образуют трудно растворимых соединений, на этом барьере не осаждаются (молибден и рубидий).

Помимо природных выделяются и техногенные геохимические барьеры. По механизму проявления они принципиально не отличаются от природных барьеров. Это такие участки ноосферы, на которых происходит резкое уменьшение интенсивности техногенной миграции и, как следствие, концентрации элементов. Выделяются техногенные биогеохимические, механические и физико-химические барьеры. Широкое распространение имеют механические барьеры: наземные сооружения, земляные выемки, придорожные посадки деревьев. Они являются механическим препятствием для распространения свинца и цинка, поступающими с автомобильными выхлопами. В почве под этими посадками обнаруживаются концентрации элементов, в десятки раз превышающие фон. Техногенные механические барьеры (здания, деревья) в значительной мере определяют размеры и структуру атмо- и литохимических ореолов в городах. В качестве техногенных биогеохимических барьеров выступают плантации сельскохозяйственных культур, где накапливаются фосфор, сера, азот, калий и др. Большая часть этих элементов на значительных площадях удаляется из почвы с урожаями. В русловых отложениях рек и прудов, загрязненных сульфатами и органическими веществами, формируются техногенные металлоносные илы.

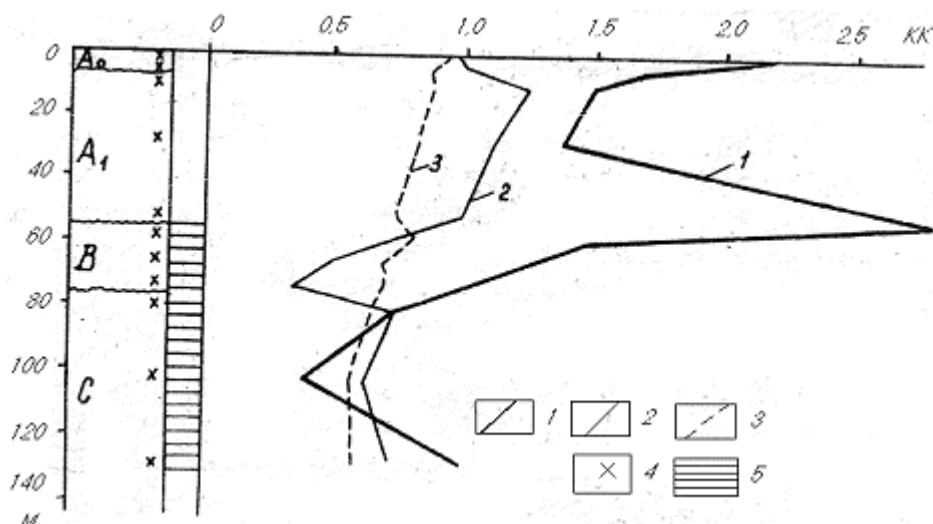


Рисунок 4.1. Осаждение меди на щелочном барьере в профиле типичного чернозема:

1 - медь; 2 - молибден; 3 - рубидий; 4 - место отбора проб; 5 -распространение карбоната кальция. По горизонтали - количество элементов в кларках концентрации.

Техногенный испарительный барьер известен с древности - антропогенное засоление орошаемых почв. Интенсивно действующий сорбционный техногенный барьер возникает при мелиорации солончаков на границе смещающегося вниз солонцового горизонта, где происходят обменные реакции, в том числе и поглощение тяжелых металлов. Строительство водохранилищ и обводнение застраиваемых территорий приводит к поднятию грунтовых вод, создает условия для возникновения техногенного восстановительного барьера на верхней части водоносного горизонта.

В последние годы введено понятие «искусственные геохимические барьеры», обозначающее участки земной коры, где целенаправленно изменяется геохимическая обстановка, обуславливающая рост концентрации химических элементов. Например, отшнуровывание морских заливов с целью добычи соли - искусственный испарительный барьер; устройство различных заграждений для остановки движущихся песков, роста оврагов и т.п. — искусственный механический барьер. Искусственные барьеры локализуют загрязнение. Они создаются из известных в природе веществ и имеют свои природные аналоги. Искусственный щелочной барьер, созданный по разработкам Н.Ф. Мырляна, широко используется в Молдавии для локализации потоков медьсодержащих пестицидов, мигрирующих с полей и пунктов хранения пестицидов в местные водотоки. Атмосферные осадки с рН 6,5-7,0 способствуют диссоциации медьсодержащих пестицидов с переходом в раствор ионов двухвалентной меди, которая мигрирует до тех пор, пока не встретит карбонатные породы с щелочной реакцией (рН до 8,5). За счет изменения рН раствора на контакте с карбонатными породами резко снижается подвижность меди, и она осаждается в виде карбонатных соединений (малахита, азурита). Щелочной барьер представляет собой траншею, заполненную смесью известнякового щебня и крупнозернистого песка. Траншею располагают перпендикулярно направлению техногенного потока

в местах его наибольшей интенсивности. Размеры барьера и объем карбонатного материала определяются мощностью техногенного потока и концентрацией элемента-загрязнителя. Искусственный щелочной геохимический барьер может быть использован для локализации большого спектра неорганических соединений тяжелых металлов. Целесообразно размещение щелочного барьера на пути кислотного водоотлива шахт, в местах возможных аварийных сбросов металлургических заводов и т.д.

Помимо щелочного создаются криогенно-механические, сорбционные, термодинамические искусственные барьеры (например, разработка М.П. Тентюкова используется в Коми республике на нефтяных месторождениях). А.Я. Гаевым и Т.И. Якшиной /120/ в районе Гайского ГОКа обнаружен новый природно-техногенный тип барьера, сформировавшийся в природных условиях под влиянием систематического сброса в водоемы в огромных количествах извести и известкового молока.

Искусственные барьеры – это принципиально новые способы защиты среды от загрязнения, в основе которых лежит мобилизация уже имеющихся в природе возможностей к самоочищению. Основное достоинство искусственного барьера – возможность применения там, где весьма интенсивно происходит поступление техногенного вещества, и использовать обычные техногенные средства его локализации невозможно.

4.6 Контроль над качеством водных ресурсов

Качество - это характеристика состава и свойств воды, позволяющая использовать ее в хозяйственно-питьевых, культурно-бытовых, рыбохозяйственных и технических целях. Для оценки качества воды определяются ее химический состав и физические свойства /40, 61, 62, 138, 139, 166/. Анализы выполняют гидрогеохимические лаборатории Госкомприроды в соответствии с «Правилами охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами» /79, 80/. Определяются температура, запах, вкус, прозрачность, мутность, сухой остаток, растворенный кислород, биохимическое потребление кислорода, реакция среды, содержание вредных веществ, а также количество кишечных палочек в 1 л воды. Температура питьевой воды должна быть не выше +11 °С и не ниже +7 °С. Вода должна быть прозрачной (определяется по шрифту), без запаха и вкуса. Окраска воды не должна обнаруживаться в столбике цилиндра высотой 20 см, а для вод культурно-бытового назначения - в столбике высотой 10 см.

По сухому остатку определяют количество коллоидно-растворенных и взвешенных в воде частиц, используя для этого метод выпаривания и высушивания; возможно их найти и расчётным путем. Частицы взвешенных веществ с размерами более $1 \cdot 10^{-4}$ мм задерживаются бумажными фильтрами, и по ним можно судить о загрязнении воды глиной, илом, песком. По сухому остатку определяется также количество минеральных солей в воде.

Максимальная концентрация растворенного в воде кислорода при температуре 0 °С равна 14,56 мг/л. С повышением температуры воды эта величина уменьшается. В обитаемом водоеме концентрация растворенного

кислорода в любое время года не должна быть меньше 4 мг/л. Кислород в воде расходуется на обеспечение жизни организмов, а также для разложения органических загрязнителей. БПК - это основной показатель биохимической потребности в кислороде, представляющий собой количество кислорода в мг/л, затраченное на окисление органических веществ аэробными микроорганизмами. Он характеризует степень загрязнения сточных вод органическими веществами. Определяется частичное (БПК₅) и полное (БПК_{полн} или БПК₂₀) потребление кислорода соответственно в течение 5 или 20 сут. БПК₅ чистой воды колеблется от 2 до 4 мг/л, а у бытовых сточных вод может быть 150-200 мг/л.

Реакция среды (рН) – это показатель концентрации в воде водородных ионов. Он отражает уровень кислотности или щелочности раствора. Для обеспечения жизнедеятельности микроорганизмов, осуществляющих биохимическую очистку воды в очистных сооружениях, рН сточных вод должен быть в интервале 6,5-7,5. Питьевая вода имеет рН 6.5 – 9.

При анализе качества воды определяется содержание в ней вредных веществ в мг/л. Их количество сравнивается с гигиеническими нормами вредных веществ в водоемах (ПДК). В России ПДК определены для 750 веществ. На эти показатели ориентируются при контроле и охране водоемов от загрязнения. Они учитываются при рассмотрении проектов строительства промышленных предприятий и определении условий спуска сточных вод в водоемы. ПДК - это предельная концентрация компонента в воде, при превышении ее вода становится непригодной для одного или нескольких видов водопользования и водопотребления. Разработаны нормы предельно допустимых выбросов (ПДВ) - максимальных количеств веществ в сточных водах, допустимых для сброса в единицу времени. В заданном створе реки при этом не превышаются нормы ПДК этих веществ. Норму ПДВ устанавливают с учетом способности водного объекта к самоочищению и количества веществ, сбрасываемых различными источниками загрязнения.

4.7 Требования к качеству воды

Вода необходима человеку для удовлетворения самых разнообразных нужд. Выделяют способы использования воды в народном хозяйстве: водопользование и водопотребление. Требования к воде различного назначения приведены в таблицах 4.2, 4.3, 4.4 и 4.5 и в СанПиН 2.1.4.544-96; СанПиН 2.1.4.559-96; СанПиН № 4630-88 Минздрава России /73-75, 79-80/.

Оптимальная температура воды, используемой для питья, должна быть не выше 11 °С и не ниже 7 °С. Вода с высокой температурой содержит в себе мало растворимых газов, поэтому она плохо утоляет жажду и неприятна на вкус.

Температура сточных вод по нормам СНиП 2.04.03-85 должна быть не менее 6 °С и не более 30 °С, так как она влияет на жизнедеятельность микроорганизмов, участвующих в биологическом процессе очистки. При температуре ниже 6 °С биологическая очистка практически прекращается.

Запах и вкус воды зависят от температуры растворенных в воде газов и от химического состава примесей. Интенсивность запаха оценивают по

пятибалльной системе (таблица 4.5). Качество и интенсивность вкуса и привкуса определяются органолептически. Различают четыре вида вкуса: соленый, горький, сладкий и кислый. Остальные виды вкусовых ощущений называются привкусами. Интенсивность вкуса и привкуса определяют по пятибалльной системе, как и интенсивность запаха.

Вкус и запах воды могут изменяться под влиянием поступающих в водоем сточных вод. Например, фенол, содержащийся в стоках, придает воде вкус и запах карболки.

Природные воды часто бывают мутными из-за присутствия в них взвешенных частиц глины, песка, ила, органических взвесей. Сточные воды могут усиливать мутность воды. Поэтому определяют ее прозрачность.

Чистая вода, взятая в малом объеме, бесцветна. В толстом слое она голубоватого оттенка. Иные оттенки свидетельствуют о наличии в воде различных растворенных и взвешенных примесей. Причиной, обуславливающей изменение цветности воды, могут быть наличие коллоидных соединений железа, гуминовых, взвешенных и окрашенных веществ отходов производства и массовое развитие водорослей.

Взвешенные вещества – это крупные частицы ($d > 1 \cdot 10^{-4}$ мм), задерживаемые бумажными фильтрами. Их наличие свидетельствует о загрязнении воды глиной, песком, силикатными породами и т.д.

По сухому остатку определяется содержание и количество коллоидно-растворимых в воде веществ. Окисляемость зависит от общего содержания в воде восстановителей (неорганических и органических), реагирующих с сильными окислителями. Окисляемость определяется количеством кислорода (мг), идущего на окисление примесей, содержащихся в 1 л воды. Окисляемость иногда сокращенно называют ХПК – химическое потребление кислорода. Резкое повышение окисляемости воды свидетельствует о ее загрязнении. Реакция среды в природных водах (рН) обычно близка к нейтральной. Изменение реакции воды говорит о ее загрязнении стоками различных предприятий.

Таблица 4.2 Общие требования к составу и свойствам воды

Параметры качества воды	Водопользование	
	хозяйственно-питьевое	культурно-бытовое
1	2	3
Взвешенные вещества	Содержание взвешенных веществ (мг/л), не должно увеличиваться больше чем на:	
	0,25	0,75
	Для водоемов, содержащих в межень более 30 мг/л природных и минеральных веществ, допускается увеличение содержания взвешенных веществ в воде до 5%.	
	Вода со скоростью выпадения взвешенных веществ более 0,4 мм/с в проточных водоемах и более 0,2 мм/с в водохранилищах к спуску запрещается	
Плавающие примеси	На поверхности водоема не должны обнаруживаться плавающие пленки, пятна минеральных масел и скопления других примесей	

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3
Запахи, привкусы	Вода не должна иметь запаха и привкусов интенсивностью более 2 баллов, обнаруживаемых	
	непосредственно или при последующем хлорировании	Непосредственно
	Вода не должна сообщать посторонних запахов и привкусов мясу и рыбе.	
Окраска	Не должна обнаруживаться в столбике воды высотой:	
	20 см	10 см
Температура	Летняя температура воды после спуска сточных вод не должна превышать более чем на 3° С среднемесячную температуру воды самого жаркого месяца года за последние 10 лет	
Реакция pH	Не должна выходить за пределы 6,5-8,5.	
Минеральный состав	В сухом виде не должен превышать 1000 мг/л, в том числе хлоридов - 350 мг/л и сульфатов - 500 мг/л.	Нормируется по приведенному выше показателю «привкусы».
Растворенный кислород	Не должно быть менее 4 мг/л в любой период года в пробе, отобранной до 12 ч дня.	
Биохимическая потребность в кислороде (БПК)	Полная потребность воды в кислороде при 20° С не должна превышать, мг/л	
	3	6
Возбудители заболеваний	Вода не должна содержать возбудителей заболеваний. Сточные воды, содержащие возбудителей заболеваний, обеззараживаются после соответствующей очистки.	
Ядовитые вещества	Не должны содержаться в концентрациях, которые могут прямо или косвенно действовать на организм человека и здоровье населения.	

Таблица 4.3 Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воде водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения

Вещество	Норматив, мг/л	Вещество	Норматив, мг/л
<i>Санитарно-токсикологический ЛПВ</i>		<i>Общесанитарный ЛПВ</i>	
Анилин	0,1	Аммиак (по азоту)	2,0
Бензол	0,5	Кадмий	0,01
Бериллий	0,0002	Капролактан	1,0
Ванадий	0,1	Медь	0,1
Вольфрам	0,1	Никель	0,1
ДДТ (дуст)	0,1	Сульфиды	0
Кобальт	1,0	Титан	0,1
Молибден	0,5	Хлор активный	0
Мышьяк	0,05	Цинк	1,0
Нафтол	0,4	<i>Органолептический ЛПВ</i>	
Нитраты (по азоту)	10,0		
Роданиды	0,1		
Ртуть	0,005		
Свинец	0,1	Барий	4,0
		Бензин	0,1
		Железо	0,5

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
Селен	0,001	Керосин	0,1
Стронций	2,0	Нефть	0,1
Сурьма	0,05	многосернистая	
Теллур	0,01	Нефть прочая	0,3
Фтор (в соединениях)	1,5	Пикриновая кислота	0,5
Хлорбензол	0,02	Сероуглерод	1,0
Четыреххлористый углерод	0,3	Толуол	0,5
		Фенол	0,001
		Хром (Cr^{+6})	0,1
		Хром (Cr^{+3})	0,5
		Этилен	0,5

Растворенный кислород. Кислород попадает в воду из воздуха, а также образуется в результате жизнедеятельности зеленых растений. Концентрация кислорода в воде зависит от ее температуры и загрязненности. Максимально возможная концентрация кислорода в воде при $t\ 0^\circ\text{C}$ – 14,56 мг/л. С повышением температуры содержание растворенного кислорода уменьшается. Наличие в воде аммиака, железа, нитратов, легкоокисляющихся органических веществ снижает концентрацию растворенного кислорода.

Биохимическая потребность в кислороде (БПК) – это количество кислорода (мг/л), идущее на окисление примесей воды при протекании в ней биохимических процессов. БПК характеризует загрязненность воды органическими веществами. БПК измеряется в миллиграммах кислорода на 1 л воды (мг $\text{O}_2/\text{л}$). Определяется потребность кислорода в воде за 5 или 20 суток (БПК₅ и БПК₂₀).

Например, БПК₅ бытовых стоков составляет 150-250 мг/л, а природных вод – 2-4 мг/л. При расчёте количества кислорода, необходимого для полного окисления всех органических примесей воды, пользуются обозначением БПК_{полн}

Таблица 4.4 Предельно допустимые концентрации (ПДК) некоторых вредных веществ в воде рыбохозяйственных водоемов

Вещество	ПДК, мг/л
Аммиак	0,1
Аммония соли	5,0
Кадмий	0,005
Кобальт	0,01
Магний	50,0
Медь	0,01
Мышьяк	0,05
Никель	0,01
Нефть и нефтепродукты в растворенном и эмульгированном состоянии	0,05
Свинец	0,1
Сероуглерод	1,0
Фенолы	0,001
Хлор свободный	0
Цинк	0,01
Цианиды	0,05

Таблица 4.5 Оценка интенсивности запаха в баллах

Интенсивность запаха	Балл
Отсутствие ощутимого запаха	0
Очень слабый: обнаруживается опытным исследователем	1
Слабый: не привлекает внимания потребителя	2
Заметный: легко обнаруживается, вода расценивается как некачественная	3
Отчетливый: обращает на себя внимание, делает воду непригодной для питья	4
Очень сильный: запах настолько сильный, что делает воду непригодной для питья	5

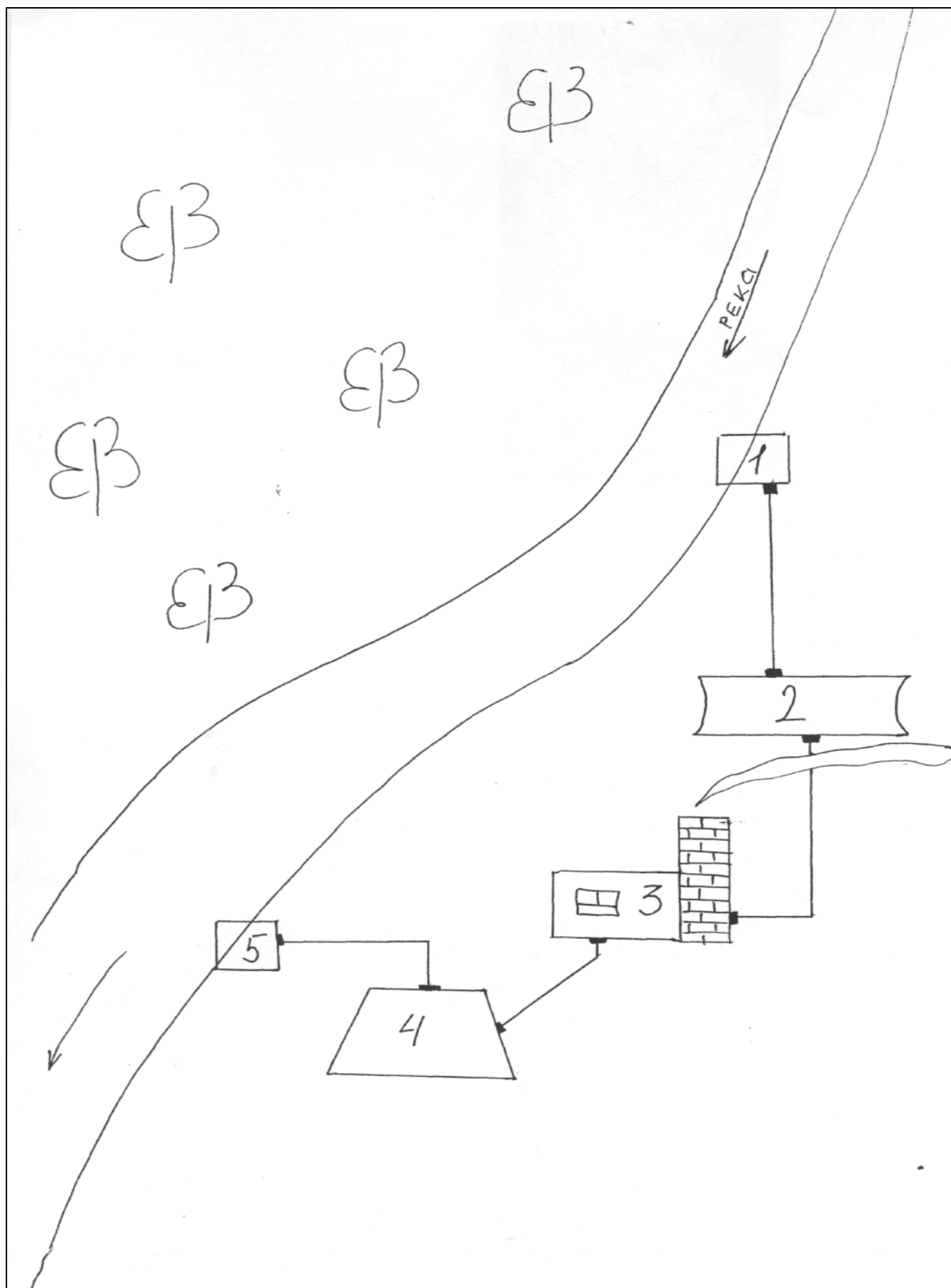
4.8 Переход к замкнутым оборотным системам водоснабжения

Сточными называются воды, загрязненные в процессе использования в быту или в технологии, а также в результате стока с территории населенных пунктов, промышленных предприятий и сельскохозяйственных полей. Соответственно сточные воды подразделяются на бытовые, производственные и ливневые. К ливневым, или дождевым, можно отнести и мочно-поливные воды. Количество сточных вод выражают в $\text{м}^3/\text{сут}$, $\text{м}^3/\text{ч}$, $\text{м}^3/\text{с}$.

До сих пор сохранилась практика сброса сточных вод в водоемы /79/, хотя формально правила запрещают это делать. Сточные воды могут быть использованы в системах оборотного или повторного водоснабжения. Они нередко содержат ценные компоненты. Наконец, сточные воды могут быть использованы для орошения в сельском хозяйстве.

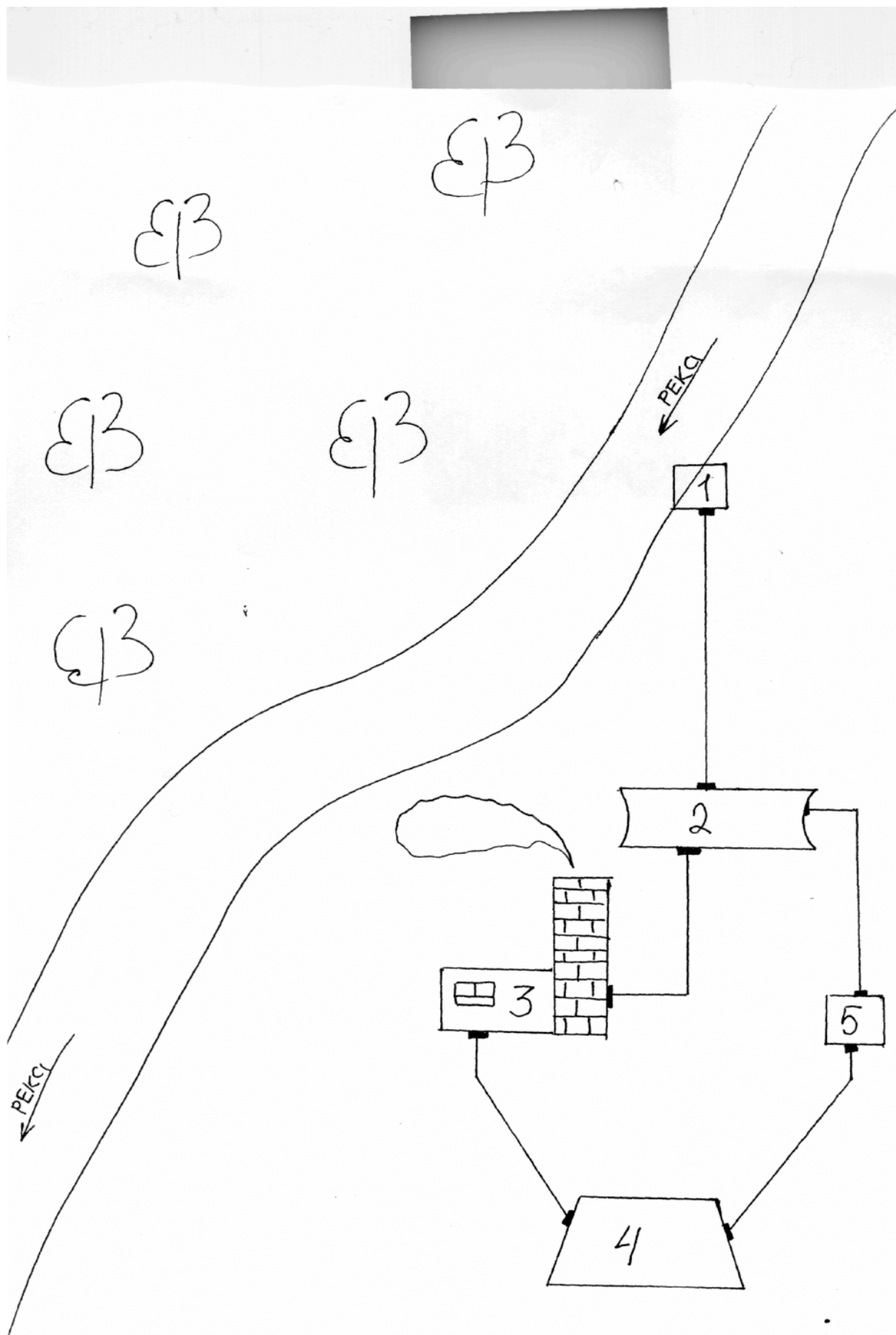
Сточные воды запрещается сбрасывать в заповедные водоемы. Иначе говоря, правила позволяют использовать экономически устаревшую прямоточную систему водоснабжения. При этой системе насосная станция перекачивает воду из водоема к объектам потребления. Пройдя через потребителя, вода поступает в канализационные линии и к очистным сооружениям, а затем по прямоточной системе сбрасывается в водоем ниже по потоку от водозабора (рисунок 4.2).

При бессточных и оборотных системах водоснабжения исключается сброс сточных вод в водоемы, предусматривается повторное использование воды после очистных сооружений для технологических нужд /93/. Однажды взятая из водоема вода уже не исключается из системы водопровод – канализация – очистные сооружения – промышленный водопровод (рисунок 4.3). Потери воды из замкнутой системы происходят в результате испарения или извлечения с осадком, образующимся при очистке сточных вод, а также утечек на различных участках системы. Эти потери восполняются путем забора свежей воды.



1 – водозабор, 2 – подготовка вод, 3 – предприятие, 4 – очистка стоков,
5 – сброс очищенных сточных вод в водоем.

Рисунок 4.2. Проточная система водоснабжения предприятия.



1 – водозабор, 2 – подготовка вод, 3 – предприятие, 4 – очистка стоков, 5 – доочистка сточных вод.

Рисунок 4.3. Замкнутая обратная система водоснабжения предприятия.

Оборотное водоснабжение позволяет снизить расход свежей воды и предотвратить рост загрязнения водоемов. На современных нефтеперерабатывающих и металлургических предприятиях оборот воды доведен до 97 %, и сегодня стоит задача - полностью исключить здесь сброс отработанных вод в водоемы.

Наряду с оборотными системами водоснабжения отдельных предприятий сегодня создаются бессточные оборотные системы технической воды в масштабе промышленных узлов и районов. После очистки на локальных очистных сооружениях предприятий сточные воды подвергаются доочистке на общегородских (районных) очистных сооружениях и направляются в общегородской промышленный водопровод /6, 119/. Промышленные и бытовые сточные воды после подготовки можно использовать в сельском хозяйстве. Сточные воды содержат питательные элементы. Так, каждая тысяча кубометров городских сточных вод содержит до 80 кг азота, 15 кг калия, 15 кг фосфора, 80 кг кальция и магния, что соизмеримо с 10-15 т навоза. В растворенном состоянии питательные вещества легче усваиваются растениями. Очищенными сточными водами поливают технические и кормовые культуры и зеленые насаждения.

4.9 Методы очистки сточных вод

Методы очистки сточных вод подразделяют на механические, физико-химические, химические, биологические и новые безреагентные /93, 119/.

Механические методы: отстаивание, фильтрование, центрифугирование и гидроциклонирование. При помощи механических методов жидкости очищаются от взвешенных частиц и нефтепродуктов.

Отстаиванием выделяют из производственных сточных вод нерастворенные загрязнения минерального и органического происхождения, плотность которых может быть больше плотности воды (тонущие) или меньше (плавающие). При температуре сточных вод 20 °С скорость осаждения твердых взвешенных частиц размером от 10 до 250 мкм составляет в статических условиях 0,07-26 мм/с. Твердые частицы и жидкие углеводороды взаимно замедляют осаждение тонущих и всплывание плавающих частиц. Скорость всплывания частиц нефтепродуктов размером до 100 мкм составляет около 1 мм/с. Присутствие ПАВ и турбулентный режим отстаивания снижают скорость укрупнения частиц. Для ускорения процесса отстаивания следует уменьшить высоту отстаивания, использовать избыточное давление и химические методы подготовки сточных вод, в частности, добавку коагулянтов. На предприятиях для отстоя сточных вод в последнее время применяются стальные резервуары объемом от 200 до 1000 м³. Им отдаётся предпочтение, поскольку у них хорошая герметичность, они надежны в санитарном отношении. Производство их осуществляется индустриальным методом. Резервуары и пруды-отстойники оборудуются горизонтальными полками и другими устройствами, повышающими эффективность их работы.

Грубые примеси с размерами более 5 мм (бумага, тряпки, стружки и пр.) отделяются от сточных вод при помощи сит и решеток. Песок извлекается песколовками, а нефтепродукты, масла, жиры и смолы – нефте-, масло- и жиро-

ловушками и смолоуловителями. Механические методы очистки обеспечивают извлечение из жидкостей наряду с нерастворимыми примесями до 20 % органических веществ (по показателю БПК).

Фильтрация служит для задержания взвеси, не осевшей при отстаивании. Хорошо зарекомендовали себя песчаные, диатомитовые и двухслойные фильтры (нижний слой загрузки песчаный, размер зерен 1-2 мм, а верхний - антрацитовая крошка). Кроме того, для фильтрации используют различные отходы промышленности: змеевик, отработанную прокаленную глину, магнезит, дробленый кварц, мрамор, керамзит. От органических примесей стоки очищают с помощью металлической сетки, стеклоткани прямого или двойного плетения, сетки и ткани из полимерных материалов, активированного угля, дробленого гравия, бурого угля, торфа, древесины. Фильтрация сточных вод в промышленности сверхскоростная (более 25 м/ч). Присутствие в сточной воде ПАВ ухудшает эффективность очистки. Грязеемкость фильтра определяется в процессе опытно-промышленных испытаний или путем расчета исходя из усредненных параметров: продолжительности фильтроцикла (12-24 ч), грязеемкости по механическим примесям (1,5-3) и нефтепродуктам (1-2 кг/м³). Фильтрующий слой от загрязнения отмывают обычно водой, подаваемой снизу вверх, очищающие компоненты фильтров заменяют через один-два года, подвергая их в этот период регенерации. Фильтрующие установки состоят из корпуса, фильтрующего слоя, систем дренажа, подачи на фильтр очищаемой воды и отвода промывных вод. Преобладают напорные однокамерные механические вертикальные и горизонтальные фильтры с загрузкой из местных фильтрующих материалов: синтетических материалов, тканей, древесных стружек, опилок, стекловаты, местных грунтов, отличающихся хорошей фильтрационной способностью и физико-химической активностью. Для очистки сточных вод от нефтепродуктов используют фильтры с коалесцирующей загрузкой из гранулированного керамзита (7-12 мм) и полиэтилена (3-4 мм), пропитанных кремнийорганическими соединениями. При скорости фильтрации 10-20 м/ч концентрация нефтепродуктов в стоках снижается с 61-14500 до 2-17 мг/л.

Гидроциклонирование. Гидроциклон – это аппарат по отделению взвешенных частиц, отличающихся по плотности, в водной среде за счет центробежных сил. Надежная работа гидроциклонов зависит от устойчивости технологического режима, чего не всегда удается достигнуть. Институтом ВНИИСПТнефть разработан агрегат, состоящий из 15 гидроциклонов, при применении которого удастся снизить концентрацию механических примесей и нефтепродуктов соответственно до 15 и 50-80 мг/л. Высокая эффективность, малые размеры и металлоемкость позволяют рассматривать эти аппараты как перспективные.

Центрифугирование имеет определенные преимущества перед отстаиванием и другими методами механической очистки сточных вод. Отпадает необходимость подогрева стока в зимний период. Достигается большая компактность и низкая влажность выделившегося шлама, что облегчает его дальнейшую переработку. Требуется значительно меньшая площадь для размещения оборудования.

Физико-химические методы очистки сточных вод: флотация, экстракция,

сорбция, эвапорация, опреснение. Флотация основана на всплывании дисперсных частиц вместе с пузырьками воздуха. На поверхности воды образуется легко удаляемый пенообразный слой. Эффективность флотации зависит от размеров поверхности пузырьков воздуха, площади контакта их с твердыми частицами и от смачиваемости этих частиц. Добавляемые в сточную воду реагенты (известь, хлористое железо, сернокислый алюминий, едкий натр, амины, формалин, смоляной или животный клей, каустическая сода, канифоль и др.) улучшают смачиваемость частиц и качество очистки воды. На заводах внедряется метод напорной флотации. Часть очищенной сточной воды насыщают воздухом и вводят перед флотаторами в поток неочищенной сточной воды. Давление насыщения воды воздухом (газом) изменяется в зависимости от минерализации и плотности очищаемых стоков от 0,2-0,45 (для маломинерализованных) до 0,5-0,65 МПа (для стоков с плотностью до 1,10 г/см³). Разработаны отечественные типовые проекты и оригинальные конструкции флотаторов с отбором более 300 м³/ч. При флотационной подготовке концентрация нефтепродуктов в водах не превышает 4-45 мг/л.

При *экстракции* смешиваются взаимно нерастворимые жидкости. Загрязняющие вещества распределяются в этих жидкостях соответственно своей растворимости: $K = C_э / C_в$, где K – коэффициент распределения, $C_э$ и $C_в$ – концентрации вещества в экстрагирующем агенте (бензоле, четыреххлористом углероде, эфире, толуоле, хлороформе, изоамиловом спирте) и в воде. Экстракция сточных вод применяется для очистки от нефтепродуктов и твердых гидрофобных частиц. Экстрагент (четыреххлористый углерод с плотностью 1,59 г/см³) подается в вертикальный отстойник со сточной водой. Он перемещается в нижнюю часть отстойника, а осветленная вода – в верхнюю. После разделения жидкостей четыреххлористый углерод поступает на регенерацию. Степень очистки сточных вод от нефтепродуктов и механических примесей соответственно достигает 3-5 и 5-10,6 мг/л.

При *сорбции* загрязнения из жидкости собираются на поверхности твердого вещества (адсорбция) или вступают в химическое взаимодействие с ним (хемосорбция). Часто применяются фильтры, загруженные сорбентом. Роль сорбента играют активированный уголь, коксовая мелочь, каолин, торф, опилки, зола. При использовании сорбции сточная вода проходит через нефтеловушку и емкость с конусным днищем, оборудованную механической мешалкой. В эту емкость подаются дозированно активированный уголь, коагулянты (хлорное железо или сернокислый алюминий) и подщелачивающий реагент (едкий натр, гидрат кальция, карбонат натрия). При смешении реагентов в сточной воде происходит адсорбция и коагуляция и одновременно с осаждением гидроокисей железа или алюминия осаждаются частицы активированного угля. Шлам удаляется на иловые площадки для обезвоживания. После углевания вода подается на фильтры, где она полностью осветляется. Этот метод прост, капитальные затраты незначительны, а эксплуатационные расходы допустимы. Нефтепродукты сорбируются также полиуретановыми материалами, которые хорошо смачиваются жидкими углеводородами, а поскольку они упруги и эластичны, то поглощенные ими жидкие углеводороды легко извлекаются

центрифугированием или отжатием. В институте ВНИИВО установили способность пенополиуретана марки А извлекать из воды бензин, автол и дизельное топливо до 99,6 %.

Эвапорация заключается в отгонке летучих веществ (углеводородов) с водяным паром. Используются типовые дистилляционные колонны. Они хорошо зарекомендовали себя на газоперерабатывающих заводах.

Опреснение сточных вод путем возгонки жидкой фазы и кристаллизации твердого осадка требует больших энергозатрат. Кроме того, необходимо оборудование из дорогостоящих тугоплавких металлов. При росте энергетического уровня промышленности опреснение использованной воды будет приобретать все большее значение. Существуют опреснительные установки с отбором воды до 10 тыс.м³/сут. Чтобы уменьшить затраты почти вдвое, можно не доводить испарение до твердой фазы, а остаточные рассолы сбрасывать в поглощающие горизонты.

Химические методы применяются при очистке в основном производственных сточных вод. Они включают нейтрализацию, коагуляцию или окисление растворенных в жидкостях вредных веществ, кислот, солей и щелочей. При химической обработке эти вещества образуют нерастворимые осадки или переводятся в безвредные растворимые соединения.

Коагулирование осуществляется при добавлении к сточной воде реагента (коагулянта), способствующего быстрому выделению из воды взвешенных и эмульгированных веществ, которые другими методами выделить не удастся. Наибольший эффект коагуляции сульфатом алюминия достигается при значениях рН=5-8, а гидратом окиси железа - при рН=8-9. Применяют также сульфат железа, хлорное железо, алюминат натрия, смеси коагулянтов. При коагуляции, например, смесью сульфата железа (25 мг/л), активированного кремнезема (10 мг/л) и доломитовой извести (150 мг/л) содержание нефтепродуктов в сточной воде снижается от нескольких сотен до 5 мг/л. Смесью сульфата алюминия (35 мг/л), активированного кремнезема (20 мг/л) и доломитовой извести (310 мг/л) применяют при более высоком содержании жидких углеводородов в сточной воде. Очень эффективен коагулянт, состоящий из смеси гашеной извести (16-20 мг/л), квасцов (65 мг/л), жидкого хлора (5 мг/л), сульфата аммония (0,7 мг/л) и сульфата меди (1,6 мг/л). Зарубежные авторы предлагают применять шлам водоумягчительных установок, указывая, что 1 кг карбоната кальция выводит из сточных вод 500 г нефтепродуктов. Эффект действия карбоната кальция увеличивается при добавке квасцов в концентрации 30-50 мг/л.

На промышленных предприятиях метод коагуляции используется в комплексе с отстаиванием и фильтрованием. Применение коагулянтов в десятки раз сокращает период отстаивания и повышает эффективность фильтрации. Наряду с коагулянтами в сточные воды добавляют вещества (флокулянты), снижающие количество выпадающих осадков и интенсифицирующие процессы коагуляции. Флокулянтами выступают активированная кремниевая кислота, поликриламид, карбоксиметилцеллюлоза, альгинат, полиакрилат натрия и др. С целью предотвращения образования эмульсий и ускорения процесса отстаивания сточных вод от нефтепродуктов широко применяются деэмульгаторы

типа ОП-7, ОП-10 и др.

Нейтрализации обычно подвергаются кислые сточные воды. Способы нейтрализации:

- а) смешение кислых стоков со щелочными;
- б) добавление реагентов нейтрализации;
- в) фильтрация сточных вод через нейтрализующие материалы;
- г) продувка через сточную воду углекислого газа.

Нейтрализация кислых стоков, содержащих соляную и азотную кислоты, не вызывает затруднений, так как образующиеся соли растворимы в воде и осадков не дают. Значительно сложнее нейтрализация серной и сернистой кислот, так как гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) отлагается на поверхности нейтрализующего материала и тормозит ход реакции. Нейтрализующий реагент можно добавлять в виде раствора (мокрое дозирование) и в виде сухого порошка (сухое дозирование). При мокром дозировании используется известковое молоко, а при сухом – дробленый доломит, мелкий известняк.

Окисление. Химические реакции всегда носят окислительно-восстановительный характер. Если вещество приобретает электроны, то степень окисления его атомов понижается. Оно является окислителем другого вещества, атомы которого отдают электроны. И это вещество называется восстановителем. Восстановление – это понижение степени окисления атомов вещества. Метод окисления применяют тогда, когда другие методы очистки сточных вод неэффективны. В качестве окислителей используют гипохлорит натрия, кислород воздуха, озон и др. Методом окисления можно понизить в сточных водах концентрацию нефтепродуктов, сероводорода, содержание микроорганизмов. Так, при переработке сульфидсодержащих конденсатов на установке ЦНИИТЭнефтехима при температуре 90 °С и давлении воздуха 0,4 МПа сульфиды окисляют до тиосульфатов. Сероводород в отработанном воздухе полностью отсутствует. Небольшие объемы сточных вод подвергают термическому (огневому) обезвреживанию.

При химической очистке жидкостей применяют следующие сооружения: смесители - для смешивания сточных вод с реагентами; камеры реакции, где сточные воды химически взаимодействуют с реагентами; отстойники для осаждения образующихся при реакциях осадков. Наряду с глубокой очисткой жидкостей от растворимых веществ и тяжелых металлов химические методы позволяют значительно снизить концентрации растворенных органических веществ (по БПК до 80 %).

Биологическая очистка жидкостей заключается в минерализации органических загрязнителей сточных вод, находящихся в воде как в растворенном виде, так и в тонко диспергированном нерастворимом и коллоидном состоянии. Очистка достигается при помощи аэробных микробов, искусственно поселяемых в специальные сооружения: биофильтры, аэротенки и окситенки. Органические вещества разлагаются микробами до простых минеральных соединений. После биофильтров, аэротенков и окситенков сточные воды направляются для осветления во вторичные отстойники. После завершения всех видов очистки сточные воды дезинфицируют хлором (жидким) или хлорной известью с целью

обезвреживания болезнетворных бактерий.

К *новым* методам очистки сточных вод относится обработка стоков в магнитных и электрических полях, облучение в различных участках спектра, диспергирование содержащихся в стоках примесей. Метод *магнитной обработки* сточных и пресных вод успешно применяется на промыслах. Как показали исследования А.Я. Гаева и Б.С. Баталина, магнитогидродинамическая обработка (МГД) сульфатных стоков на установках Оренбургского газоперерабатывающего завода значительно повышает эффективность подготовки их к закачке в пласт. МГД-обработка влияет на pH стоков, химический состав, образование осадка, характер кристаллизации осадка, скорость фильтрации через песчаный фильтр. В ходе экспериментов в широких пределах изменялись напряженность поля, скорость движения жидкости и время действия поля на жидкость. Результаты обрабатывались методами математической статистики. Наиболее заметно магнитное поле влияет на осадкообразование при контакте стоков с железными трубами. В отсутствие искусственного магнитного поля на стенках труб происходит отложение гипса и кальцита. Толщина слоя осадка в водопроводной трубе диаметром 1/2 дюйма за 1 месяц составила 1,2 мм. Осадок был плотным, трудно удаляемым. За три года исследований диаметр просвета в трубе уменьшился до 5 мм. При взаимодействии намагниченного стока со стенками трубки 1/2 дюйма в течение трех лет толщина слоя осадка составила всего 0,6 мм. Осадок оказался рыхлым и легко удалялся промывкой слабым раствором соляной кислоты. Скорость фильтрации через искусственный песчаный фильтр намагниченного стока (при определенной напряженности поля) в 1,5-2 раза превышает скорость фильтрации ненамагниченного стока. Образующиеся в обычном стоке крупные кристаллы гипса и кальцита быстро оседают на стенках трубки и в песчаном коллекторе, цепляясь за неровности и «прирастая» к ним. Осевшие кристаллы задерживают новые порции образующегося осадка. При магнитной обработке стока формируются мелкие кристаллики размером 3,1-4,6 мкм (в каждой пробе было выполнено 40-60 измерений). Такие кристаллы не задерживаются в коллекторе и легко уносятся током жидкости. Таким образом, МГД-обработка промышленных стоков обеспечивает предотвращение забивания осадком трубопроводов, снижение скорости кольматации, увеличение сроков службы трубопроводов.

Электрокоагуляция и электрофлотация применяются для очистки сточных вод от эмульгированных нефтепродуктов. Этот метод основан на анодном растворении металлического алюминия или железа и образовании в прианодном пространстве хлопьев осадка, обладающих высокой адсорбционной способностью к эмульгированным и коллоидно-растворимым нефтепродуктам. На аноде вследствие электролиза воды выделяется также водород, который флотирует образовавшиеся хлопья гидроокиси алюминия или железа. В результате происходит интенсивное осветление сточной воды и снижение концентраций нефтепродуктов до 10-15 мг/л. Этот метод относительно прост и доступен.

Метод *диспергирования* содержащихся в воде примесей до частиц размером 0,5-2,0 мкм обеспечивает проникновение этих частиц через пористый коллектор, приемистость скважин при этом практически не снижается. Метод разработан во

ВНИИнефть и ПермНИПИнефть, основан на использовании гидродинамического диспергатора. Кавитационное поле определенной интенсивности возникает за счет резонансных колебаний упругой пластинки, защемленной консолью. Свободный конец пластинки под действием потока жидкости колеблется с частотой от 100-200 до 5000 Гц, с амплитудой 1-2,4 мм. Сточная вода, прошедшая через отстойник, нефтеловушку и гидродинамический диспергатор, может успешно закачиваться в поглощающие скважины. В институте ВНИИнефть разработана инструкция по очистке сточных вод с применением гидродинамических излучателей.

При наличии в сточных водах трудно очищаемых особо вредных веществ необходимо применять малые системы промышленной канализации, в которых используются методы аккумуляирования, сжигания и складирования сточных вод в глубоких поглощающих и нефтегазосодержащих горизонтах /119/.

В зависимости от количества сточных вод рекомендуются различные типы их механической очистки. При объемах сточных вод до 4200 м³/сут – решетки, песколовки, маслонефтеловушки, двухъярусные отстойники, установка для дезинфекции жидким хлором (хлорной известью). При увеличении объемов вод до 10000 м³/сут – решетки, песколовки, вертикальные отстойники, хлораторные установки. Если же объемы сточных вод более 10000 м³/сут, то рекомендуются решетки, песколовки, горизонтальные отстойники с механическими скребками, хлораторные установки.

4.10 Правовые вопросы охраны вод

Государственная собственность на воду открыла широкие потенциальные возможности для планового, комплексного и рационального использования ресурсов. В 1919 г. при Главном экономическом управлении ВСНХ создан Центральный комитет водоохраны, задачами которого являлось обследование водоемов, принимающих промышленные сточные воды, изыскание мер борьбы с их загрязнением, проведение экспертиз и консультаций по вопросам, связанным с водопользованием.

Постановлением правительства от 22.04.60 г. о мерах по упорядочению использования и усилению охраны водных ресурсов страны заложены не только научно-технические, но и организационные основы природопользования. Созданы специальные органы, занимающиеся проблемами использования и охраны поверхностных и подземных вод. В их функции входит:

- 1) надзор за мероприятиями по охране водоемов от загрязнения, засорения, истощения;
- 2) планирование и учет поверхностных водных ресурсов при организации водоснабжения;
- 3) разработка перспективных схем использования и охраны водных ресурсов и водохозяйственных балансов;
- 4) обеспечение комплексного использования водных ресурсов.

Государственный комитет по водному хозяйству с 2000 г. вошёл в состав Минприроды РФ. С 1969 г. в бывшем СССР было организовано и

функционировало 105 управлений и инспекций по регулированию и охране вод. В ведении каждого управления находился бассейн одной или нескольких крупных рек с прилегающими административными или экономическими районами. На таких крупных реках, как Волга были созданы Верхне-, Средне- и Нижневолжское бассейновые управления с гидрохимическими лабораториями. Бассейновые инспекции имели право приостанавливать работу предприятий, загрязняющих водоемы, привлекать виновных должностных лиц к административной ответственности, запрещать новое строительство в случае, если не гарантированы права водоохраны. Сегодня перед Госкомводхозом и его управлениями поставлена задача - наладить хозяйственное освоение водных ресурсов, правильную эксплуатацию водохранилищ, регламентировать в этой связи производственную деятельность.

Водный кодекс РФ первоначально принят 30.06.1972 г. В 1980 г. он был существенно изменен (30.04.1980), а в действующей редакции принят Государственной Думой 18.10.1995 г. Кодекс состоит из 6 разделов. Первый раздел включает 3 главы и 30 статей. В нем даются общие положения, приводятся основные понятия и оговариваются участники водных отношений. Во втором разделе (3 главы и 33 статьи) освещаются права собственности и другие права на водные объекты. Третий раздел (3 главы и 19 статей) посвящен вопросам государственного управления в области использования и охраны водных объектов. В частности, в ст. 78 говорится о государственном мониторинге водных объектов, который является составной частью системы государственного мониторинга окружающей природной среды. Проблемам использования и охраны водных объектов посвящен IV раздел Водного Кодекса России, состоящий из 3 глав и 43 статей. Так, в ст. 89 сказано об ограничениях, приостановках или запрещении использования отдельных водных объектов в целях обеспечения защиты основ конституционного строя, обороны страны и безопасности государства, охраны здоровья людей, объектов природы и историко-культурного наследия. Статьей 125 оговаривается плата за восстановление и охрану водных объектов, за сброс загрязненных сточных вод и пр.

Разрешению спорных вопросов охраны и использования водных объектов посвящен раздел V Водного Кодекса, состоящий из 2 глав. Во второй главе говорится об ответственности за нарушение водного законодательства. Споры решаются в судебном порядке. В статье 130 предусматривается административная и уголовная ответственность за нарушение водного законодательства. На основе статей 223 и 222 УК РФ загрязнение водоемов наказывается исправительными работами на срок до 1 года или штрафом до 3 минимальных месячных окладов. Если причинен существенный ущерб, повлекший за собой массовую гибель рыбы, или нанесен существенный вред здоровью населения, ущерб сельскохозяйственному производству, то виновные наказываются лишением свободы на срок до 5 лет. Если эти действия повлекли за собой гибель людей, то срок лишения свободы может составить до 8 лет.

В разделе VI Водного Кодекса РФ (1 глава, 13 статей) указано, что водные объекты предусматривается использовать:

— для питьевого, хозяйственно-бытового водоснабжения;

- в лечебных целях;
- для удовлетворения потребностей в воде промышленности и энергетики;
- гидроэнергетики;
- лесного и сельскохозяйственного, рыбного и охотничьего хозяйства;
- для рекреационных нужд;
- для сброса сточных и дренажных вод;
- для обеспечения пожарной безопасности.

Большие властные полномочия в отношении водных ресурсов получили субъекты федерации. С их согласия осуществляются размещение, проектирование, строительство и ввод в эксплуатацию промышленных и других объектов, оказывающих влияние на состояние водоемов. Промышленные и коммунальные объекты вводятся в эксплуатацию только при наличии очистных сооружений. Не разрешается начинать строительство водохранилищ и оросительных систем без предварительных мероприятий, предотвращающих засоление, затопление и эрозию почв.

В водном законодательстве РФ закреплён приоритет в удовлетворении питьевых и бытовых потребностей населения. Обращается внимание на качество питьевой воды, которая должна соответствовать санитарным требованиям.

Еще в 1974 г. Минводхозом, Минздравом и Минрыбхозом приняты Правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами /38/, которые предусматривают предупреждение загрязнения открытых водоемов. Этими правилами запрещен также сброс вод, содержащих ценные отходы, которые можно утилизировать. Запрещается сброс сточных вод, которые можно использовать повторно. Существуют также правила санитарной охраны прибрежных районов морей. Наконец, с 1968 г. принимаются и действуют постановления по охране и комплексному использованию водных ресурсов страны: «О мерах по предотвращению загрязнения Каспийского моря» (1968), «О мерах по предотвращению загрязнения бассейнов рек Волги и Урала неочищенными сточными водами» (1972), «О коренной перестройке дела охраны природы в стране» (1988), «О первоочередных мерах по улучшению использования водных ресурсов в стране» (1988) и др. В соответствии только с постановлением 1972 г. в бассейнах рек Волги и Урала построено 670 комплексов очистных сооружений. В 15 городах, расположенных на берегах Волги и Камы, созданы городские очистные сооружения, на которые затрачено свыше 300 млн руб. Прделана большая работа по охране вод. Однако, к сожалению, в полном объеме прекратить сброс неочищенных промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод во всех городах, расположенных в бассейнах рек Волги и Урала, не удалось. Во многих районах этого региона очистные сооружения до сих пор отсутствуют.

4.11 Международное сотрудничество в области охраны вод

В 1954 г. состоялась международная конференция по вопросам предотвращения загрязнения морей и океанов нефтепродуктами. На ней была разработана Международная конвенция, вступившая в силу в 1958 г. Она

предусматривала оборудование судов специальными устройствами, препятствующими утечке нефти и смазочных масел. Танкерам было запрещено промывать свои емкости в море. Всем государствам, подписавшим конвенцию, предписано оборудовать в портах резервуары для приема отходов с нефтепродуктами, смазочными маслами и пр. Новая Международная конвенция по предотвращению загрязнения вод морей и океанов судами была принята в Лондоне в 1973 г. и распространила регламентацию не только на нефтепродукты и масла, но и на все другие вредные вещества. Затем были заключены следующие крупные международные соглашения:

- между США и СССР в области совместных исследований Мирового океана (Вашингтон, 1973 г.);

- Конвенция семи прибалтийских государств по охране морской среды Балтийского моря (Хельсинки, 1974 г.).

Исключительное значение для снижения темпов роста радиоактивного заражения вод морей и океанов имеют:

- Московский договор о запрещении испытания ядерного оружия в трех средах - в атмосфере, космическом пространстве и под водой, заключенный между СССР, США и Англией в 1963 г.;

- договор о запрещении размещения ядерного оружия и других видов оружия массового уничтожения на дне морей и океанов, заключенный между СССР, США и Англией в 1971 г. и поддержанный затем более чем 40 государствами;

- договоры о сокращении ядерных арсеналов и ракет сначала средней, а затем различной дальности и оперативно-тактических ракет в Европе, заключенные между СССР и США начиная с 1987 г. Они положили начало диалогу ядерных держав о сокращении запасов, уничтожении ядерного оружия и запрещении его испытаний.

- мораторий на подземные испытания ядерного оружия.

Вопросы охраны вод морей и океанов включены в многочисленные международные договоры, соглашения и конвенции по регулированию рыболовства и китобойного промысла.

Нельзя не отметить огромное значение двух конференций ООН по охране окружающей среды: в 1972 г. в Стокгольме (эту конференцию Россия в составе бывшего СССР бойкотировала) и в 1992 г. в Рио-де-Жанейро. В последней участвовали главы и представители 179 государств планеты. Этот форум принял ряд важных постановлений и рекомендаций, касающихся регламентации использования и охраны окружающей среды. Среди деклараций и постановлений следует отметить «Повестку дня на XXI век», представляющую собой программу бескризисного социально-экономического развития человечества и улучшения качества окружающей среды. В развитие этих решений Международной организацией по стандартизации разработан новый пакет международных стандартов ISO 14000. Эти стандарты выдвинули новые высокие требования по экологизации всей хозяйственной деятельности на планете. Эти требования приняты и Госстандартом РФ. В ближайшие 5 лет на эти стандарты добровольно перейдут все крупнейшие фирмы и трансконтинентальные корпорации с целью

обеспечения конкурентоспособности своей продукции и услуг.

Задание 4

Цель: Обосновать необходимость и возможность перехода от прямоточных схем водопользования к бессточным и оборотным; выдать рекомендации о путях и способах его реализации.

Задачи:

1. Пользуясь исходными данными по химическому составу сточных вод, вод естественного водоема (таблица 4.7) с учетом их назначения (таблица 4.6), установить:

- степень разбавления сточных вод в водоеме в заданном створе;
- необходимую степень очистки сточных вод от взвешенных частиц;
- степень очистки от загрязнителей, определяющих БПК_{полн} с учетом расчетной концентрации кислорода в сточных водах;
- расчетное изменение реакции среды (рН) водоема при сбрасывании в него подготовленных и неподготовленных сточных вод;
- снижение уровня теплового загрязнения водоема;
- степень очистки загрязненных жидкостей от растворенных в них вредных веществ.

2. Составить комплекс мероприятий по очистке сточных вод и организации оборотной системы водоснабжения, включая мероприятия по снижению уровня теплового загрязнения водоема.

3. Результаты работы представить в виде развернутых расчетов по пунктам задания с подробными пояснениями (см. ниже схему расчетов). Результаты расчетов свести в таблицу. Указать необходимые методы и способы очистки сточных вод в зависимости от загрязнителя, приложить технологическую схему локальных и общегородских сооружений и оборотной замкнутой системы промышленного водопровода. Порядок выполнения расчетов для определения условий возможности спуска сточных вод в водоемы приведен ниже.

Таблица 4.6 Хозяйственное назначение водоема

№ варианта	Цель водопользования или водопотребления	№ варианта	Цель водопользования или водопотребления
1,3,4,10,11,13,14,20	Хозяйственно-питьевое водоснабжение	6,16	Снабжение водой хлебозавода
2,12	Культурно-бытовое водоснабжение	7,17	Для спорта и отдыха
5,9,15,19	Рыбохозяйственное	8,18	Снабжение водой кондитерской фабрики

Таблица 4.7 Исходные данные для расчета необходимой степени очистки сточных вод на очистных сооружениях

Параметры сточных и природных вод	Вариант очистки									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Сточные воды предприятия										
1. Расход сточных вод, q ($\text{м}^3/\text{с}$)	4,5	3,4	4,7	5,1	6,3	7,1	9,8	14,9	13,7	6,8
2. Концентрация взвешенных веществ, $C^{\text{взв}}$ (мг/л)	190	210	230	180	170	220	240	205	232	145
3. Время протекания воды от места сброса до расчетного створа, t (сут)	0,5	0,75	1,1	0,6	2,0	0,9	1,1	1,5	0,7	2,0
4. Полная биохимическая потребность сточной воды в кислороде, $L_{\text{ст}}$ (мг/л)	111	97	190	310	215	330	470	280	110	430
5. Содержание кислоты в сточных водах, $C_{\text{к}}$ (мг-экв/л)	83	270	48	23	320	87	215	62	185	71
6. Температура сточных вод, $t^{\circ}\text{C}$	29	37	31	26	42	51	31	43	32	36
7. Содержание вредных веществ, мг/л										
Мышьяк	0,06	0,07	-	0,04	0,01	0,02	0,8	0,5	0,9	1,0
Селен	0,03	0,04	0,02	0,01	0,05	0,04	-	-	0,03	-
Свинец	0,5	0,2	0,03	-	2,1	3,0	1,0	0,7	-	-
Кадмий	-	-	0,02	-	1,7	1,0	1,5	3,0	1,5	-
Цинк	2,1	1,5	1,2	1,8	4,0	5,0	3,0	2,5	5,0	2,4
Фтор	1,5	2,1	2,6	2,4	1,2	2,8	2,0	1,8	2,6	1,8
аммиак (по азоту)	2,0	-	3,5	6,0	20	5,0	-	-	3,5	10
нитраты (по азоту)	13	12	10	15	16	10,5	9,0	20	6,0	7,0
нефть многосернистая	0,07	0,09	0,2	3,0	0,5	1,5	2,5	0,8	0,5	0,6
Фенол	2,6	2,2	3,5	2,7	-	0,05	0,5	1,0	0,6	-
Бензол	-	-	0,6	0,4	-	1,0	2,0	-	0,1	0,8
Цианиды	-	-	-	-	-	-	0,06	-	0,3	0,1
Речная вода со сточными водами										
8. Расход воды, Q ($\text{м}^3/\text{с}$)	41	67	98	101	210	300	490	620	310	215
9. Коэффициент смешения, y	0,4	0,3	0,3	0,35	0,25	0,4	0,5	0,6	0,3	0,4
10. Концентрация взвешенных веществ до сброса сточных вод, $C_{\text{в}}$ (мг/л)	4	8	10	5	6	9	11	8	7	9
11. Биохимическая потребность в кислороде, $L_{\text{в}}$ или $O_{\text{бнк}}$ (мг/л)	2,0	1,5	3,0	2,6	2,1	1,9	2,1	2,2	2,0	2,5
12. Содержание растворенного кислорода в речной воде до сброса сточных вод, $O_{\text{в}}$ (мг/л)*	8,2	7,3	8,1	7,5	8,3	7,6	6,8	7,0	8,3	8,5
13. pH	7,1	7,0	7,1	7,3	7,0	7,1	6,9	7,3	7,1	7,6
14. Щелочность (мг/л)	3,5	3,6	5,0	3,0	7,0	6,0	3,3	4,6	6,5	3,1

* ПДК растворенного кислорода в расчетном створе после сброса сточных вод $L_{\text{доп}} = 4$ мг/л.

Продолжение таблицы 4.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
15. Максимальная температура сточных вод в наиболее теплый летний период, $t^{\circ}C_{\text{тах}}$	21	19	18	20	21	17	18	22	17	16
16. Содержание вредных веществ, мг/л										
Кадмий	0,06	0,001	-	0,003	0,001	0,002	0,003	-	-	0,003
Ртуть	0,002	-	-	0,001	0,001	-	-	-	-	0,001
Свинец	0,001	0,005	-	-	0,005	0,005	0,006	0,03	0,01	-
Цинк	0,05	0,02	0,005	-	-	0,01	0,02	0,05	0,006	0,01
Фтор	0,7	1,2	0,8	0,5	0,4	0,8	1,2	0,8	1,2	1,0
Мышьяк	-	-	0,02	-	-	-	-	0,01	0,03	-
аммиак (по азоту)	0,3	0,4	0,01	0,5	-	0,05	-	0,2	0,03	0,01
нитраты (по азоту)	2,0	4,0	3,0	1,5	1,8	3,0	2,0	2,0	0,6	2,0
Бензол	0,2	-	0,05	-	0,03	-	-	-	-	-
нефть многосернистая	-	-	-	0,001	0,01	-	0,01	-	0,01	0,05
Фенол	-	-	-	0,0005	-	-	-	-	-	-
Сточные воды предприятия										
1. Расход сточных вод, q ($\text{м}^3/\text{с}$)	3,0	2,5	3,5	4,0	4,5	10	15	20	18	5,0
2. Концентрация взвешенных веществ, $C^{\text{взв}}$ (мг/л)	180	220	210	200	215	165	195	240	175	320
3. Время протекания воды от места сброса до расчетного створа, t (сут)	0,3	1,0	0,7	0,8	1,2	1,5	2,0	2,5	0,5	1,25
4. Полная биохимическая потребность сточной воды в кислороде, $L_{\text{ст}}$ (мг/л)	89	130	220	400	250	420	600	310	160	320
5. Содержание кислоты в сточных водах, C_k (мг-экв/л)	78	350	56	35	210	70	270	75	220	95
6. Температура сточных вод, $t^{\circ}C$	38	30	27	32	31	40	39	32	36	21
7. Содержание вредных веществ, мг/л										
Мышьяк	0,06	0,07	-	0,04	0,01	0,02	0,8	0,5	0,9	1,0
Селен	0,03	0,04	0,02	0,01	0,05	0,04	-	-	0,03	-
Свинец	0,5	0,2	0,03	-	2,1	3,0	1,0	0,7	-	-
Кадмий	-	-	0,02	-	1,7	1,0	1,5	3,0	1,5	-
Цинк	2,1	1,5	1,2	1,8	4,0	5,0	3,0	2,5	5,0	2,4
Фтор	1,5	2,1	2,6	2,4	1,2	2,8	2,0	1,8	2,6	1,8
аммиак (по азоту)	2,0	-	3,5	6,0	20	5,0	-	-	3,5	10
нитраты (по азоту)	13	12	10	15	16	10,5	9,0	20	6,0	7,0
нефть могосернистая	0,07	0,09	0,2	3,0	0,5	1,5	2,5	0,8	0,5	0,6
Фенол	2,6	2,2	3,5	2,7	-	0,05	0,5	1,0	0,6	-
Бензол	-	-	0,6	0,4	-	1,0	2,0	-	0,1	0,8
Цианиды	-	-	-	-	-	-	0,06	-	0,3	0,1
Речная вода со сточными водами										
8. Расход воды, Q ($\text{м}^3/\text{с}$)	36	70	102	87	150	280	520	560	280	162
9. Коэффициент смешения, y	0,3	0,25	0,35	0,25	0,4	0,5	0,6	0,7	0,4	0,5
10. Концентрация взвешенных веществ до сброса сточных вод, C_v (мг/л)	6	10	12	4	7	11	13	10,5	9,5	11,5

Продолжение таблицы 4.7

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
11. Биохимическая потребность в кислороде, L_v или $O_{бпк}$ (мг/л)	2,2	1,8	2,1	2,2	1,7	2,5	2,4	2,6	2,2	2,0
12. Содержание растворенного кислорода в речной воде до сброса сточных вод, O_v (мг/л)*	7,5	8,0	8,5	8,0	7,5	8,2	7,2	6,5	9,5	9,0
13. pH	7,0	7,2	6,9	7,8	7,3	6,8	8,0	8,2	6,6	7,8
14. Щелочность (мг/л)	4,1	3,2	4,7	3,6	5,0	4,8	5,1	4,1	5,5	4,2
15. Максимальная температура сточных вод в наиболее теплый летний период, $t^0 C_{max}$	19	17	16	22	19	15	20	19	14	13
16. Содержание вредных веществ, мг/л										
Кадмий	0,06	0,001	-	0,003	0,001	0,002	0,003	-	-	0,003
Ртуть	0,002	-	-	0,001	0,001	-	-	-	-	0,001
Свинец	0,001	0,005	-	-	0,005	0,005	0,006	0,03	0,01	-
Цинк	0,05	0,02	0,005	-	-	0,01	0,02	0,05	0,006	0,01
Фтор	0,7	1,2	0,8	0,5	0,4	0,8	1,2	0,8	1,2	1,0
Мышьяк	-	-	0,02	-	-	-	-	0,01	0,03	-
аммиак (по азоту)	0,3	0,4	0,01	0,5	-	0,05	-	0,2	0,03	0,01
нитраты (по азоту)	2,0	4,0	3,0	1,5	1,8	3,0	2,0	2,0	0,6	2,0
Бензол	0,2	-	0,05	-	0,03	-	-	-	-	-
нефть многосернистая	-	-	-	0,001	0,01	-	0,01	-	0,01	0,05
Фенол	-	-	-	0,0005	-	-	-	-	-	-

* ПДК растворенного кислорода в расчетном створе после сброса сточных вод $L_{доп} = 4$ мг/л.

Таблица 4.8. Расчет необходимой степени очистки сточных вод на очистных сооружениях

№ варианта	Степень разбавления	$\mathcal{E}_{\text{взв}}, \%$	$\mathcal{E}_{\text{бпк}}, \%$	$\mathcal{E}_o, \%$ содерж. раствор. кислорода	$\mathcal{E}_k, \%$	Максимально допустимая температура	$C_{\text{ст}} / C_{\text{в}} / \mathcal{E}_{\text{с.о}}$
1	2	3	4	5	6	7	8

Расчеты по очистке сточных вод к заданию 4

Расчеты степени разбавления сточных вод

На многих предприятиях и в хозяйствах проблема снижения концентрации загрязняющих веществ в водотоках и водоемах решается путем разбавления сточных вод. Сточные воды перемешиваются с природными водами. Степень разбавления определяется по формуле

$$n = \frac{K_c \cdot Q + q}{q}, \quad (4.2)$$

где n – степень разбавления сточных вод водой реки;

Q – расход реки, $\text{м}^3/\text{с}$;

q – расчетный расход сточных вод, $\text{м}^3/\text{с}$;

K_c – коэффициент смешения.

Коэффициент смешения всегда меньше единицы. Так как влияние сточных вод на водоём оценивается у ближайшего пункта водопользования, у этого пункта и надо определять степень разбавления.

Расход воды является гидрометрической характеристикой. Он определяется соответствующими гидрологическими организациями опытным путем. Поскольку реки имеют неодинаковый сток, как по годам, так и в течение года, то для расчетов берут наихудшие условия, т.е. наименьший среднемесячный расход в маловодные годы при 95 %-ной обеспеченности годового стока. Это случается один раз в 20 лет. Среднемесячный расход реки и коэффициент смешения берутся из данных гидрометеорологической службы, а расход сточных вод определяется расчетным путем или принимается таким же, как на действующем предприятии подобного профиля. На основе данных о степени разбавления сточных вод прогнозируется возможное ухудшение качества воды в реке (водоеме) в результате сброса туда сточных вод.

Качество воды зависит от наличия взвешенных веществ, плавающих примесей, привкуса, окраски, температуры, значения рН, минерального состава, растворенного кислорода, БПК, возбудителей заболевания, ядовитых и вредных веществ. Для всех загрязняющих веществ разработаны и указаны предельно допустимые концентрации (ПДК). Вредные и

ядовитые вещества весьма разнообразны по своему составу, поэтому они нормируются по принципу лимитирующего показателя вредности (ЛПВ). Лимитирующий показатель вредности отражает наиболее вероятное неблагоприятное воздействие вещества.

Все вещества в водоемах питьевого и культурно-бытового водопользования разделены на три группы: с санитарно-токсикологическим ЛПВ, общесанитарным ЛПВ, органолептическим ЛПВ. В водоемах рыбохозяйственного водопользования выделяют еще вещества, имеющие токсикологический ЛПВ и рыбохозяйственный ЛПВ.

Расчет степени очистки сточных вод от взвешенных веществ

Необходимая степень очистки сточных вод от взвешенных веществ определяется по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{взв}} = \frac{C_{\text{ст}}^{\text{взв}} - C_{\text{о}}^{\text{взв}}}{C_{\text{ст}}^{\text{взв}}} \cdot 100 \%, \quad (4.3)$$

где $\mathcal{E}_{\text{взв}}$ – искомая степень очистки, %;

$C_{\text{ст}}^{\text{взв}}$ – исходная концентрация взвешенных веществ в сточных водах до очистки, мг/л;

$C_{\text{о}}^{\text{взв}}$ – расчетная концентрация взвешенных веществ в очищенных сточных водах перед сбросом в водоем, мг/л.

Концентрацию взвешенных веществ в очищенных сточных водах перед сбросом в водоем определяем по формуле

$$C_{\text{о}}^{\text{взв}} = C_{\text{р}}^{\text{взв}} + n \cdot C_{\text{доп}}, \quad (4.4)$$

где $C_{\text{р}}^{\text{взв}}$ – концентрация взвешенных веществ в воде водоема до сброса сточных вод, мг/л;

n – степень разбавления сточных вод в расчетном створе;

$C_{\text{доп}}$ – допустимое увеличение взвешенных веществ в реке после сброса сточных вод, мг/л.

Для водоемов хозяйственно-питьевого водоснабжения и водоснабжения пищевых предприятий $C_{\text{доп}}$ равно 0,25 мг/л, а для рыбохозяйственных водоемов и водоемов культурно-бытового пользования – 0,75 мг/л.

Расчет очистки сточных вод от органических веществ по БПК

Биохимическая потребность в кислороде (БПК) – показатель загрязнённости воды органическими веществами: количество кислорода (мг/л), потребляемое для полного окисления органических веществ, содержащихся в воде в процессе её самоочищения, снижение концентрации органических веществ в воде водоёма происходит также за счёт разбавления вод в реке. БПК речной воды в ближайшем пункте водопользования ниже сброса сточных вод (O_o) находят по формуле

$$O_o = \frac{n-1}{n} \cdot (O_{\text{доп}} - O_{\text{БПК}}) + \frac{O_{\text{доп}}}{n}, \quad (4.5)$$

$$10 K_1^t$$

$$10 K_1^t$$

где $O_{\text{доп}}$ – предельно допустимое значение БПК смеси сточных вод и речной воды, мг/л;

$O_{\text{БПК}}$ – БПК речной воды до сброса сточных вод, мг/л;

K_1 – константа скорости потребления кислорода сточными водами;

t – время протекания воды от места сброса до расчетного створа, сут.

При решении уравнения значения величины $10 K_1^t$ вычислить сложно, поэтому можно использовать данные таблиц 4.8, 4.9.

Таблица 4.8 Значения K_1 при различных температурах речной воды

$t^{\circ}\text{C}$	K_1	$t^{\circ}\text{C}$	K_1	$t^{\circ}\text{C}$	K_1
0	0.04	15	0.08	24	0.12
5	0.05	18	0.09	26	0.13
9	0.06	20	0.10	28	0.14
12	0.07	22	0.11	29	0.15

Таблица 4.9 Значения величины $10 K_1^t$ при переменных K_1 и t

K_1	t , сут									
	0.25	0.5	1	1.5	2	2.5	3	4	5	6
0.04	0.981	0.955	0.912	0.871	0.832	0.794	0.759	0.692	0.631	0.575
0.06	0.966	0.933	0.871	0.813	0.769	0.708	0.761	0.575	0.501	0.487
0.08	0.955	0.912	0.832	0.769	0.692	0.631	0.757	0.489	0.408	0.331
0.11	0.944	0.891	0.794	0.708	0.631	0.572	0.601	0.398	0.316	0.251
0.12	0.933	0.871	0.759	0.661	0.575	0.501	0.436	0.331	0.251	0.191
0.14	0.922	0.851	0.724	0.617	0.525	0.447	0.332	0.275	0.200	0.145
0.16	0.912	0.832	0.692	0.575	0.479	0.398	0.331	0.299	0.159	0.110
0.18	0.903	0.813	0.661	0.537	0.437	0.355	0.288	0.191	0.126	0.083
0.20	0.891	0.794	0.631	0.501	0.393	0.316	0.251	0.168	0.100	0.063
0.22	0.881	0.776	0.603	0.478	0.363	0.283	0.219	0.132	0.079	0.049
0.24	0.871	0.759	0.575	0.437	0.331	0.251	0.191	0.110	0.063	0.036
0.26	0.861	0.741	0.550	0.407	0.302	0.224	0.166	0.091	0.050	0.026
0.28	0.851	0.724	0.525	0.380	0.275	0.199	0.145	0.076	0.050	0.021
0.30	0.841	0.708	0.501	0.335	0.251	0.178	0.126	0.063	0.032	0.016
0.40	0.794	0.631	0.398	0.251	0.158	0.100	0.063	0.025	0.010	0.004
0.50	0.750	0.565	0.316	0.178	0.100	0.056	0.032	0.010	0.003	0.001

Если расчетное значение O_0 больше фактического значения БПК сточных вод, подлежащих спуску в реку, то биологической очистки сточных вод не требуется. Если же расчётное значение O_0 меньше фактического, то биологическая очистка сточных вод перед спуском в водоем обязательна.

Необходимая степень очистки сточных вод от органических веществ, определяемая по БПК, находится по формуле

$$\Xi_{\text{БПК}} = \frac{O_{\text{ст}} - O_o}{O_{\text{ст}}} \cdot 100 \%, \quad (4.6)$$

где $O_{\text{ст}}$ – полная биохимическая потребность сточной воды в кислороде, мг/л.

Расчет очистки сточных вод от органических веществ по концентрации растворенного кислорода

При расчете кислородного режима водоема исходят из показателей поглощения сточными водами растворенного кислорода речной воды в месте их спуска. Количество содержащегося в речной воде растворенного кислорода изменяется в створе, куда вода течет в течение первых двух суток после спуска стоков. Если концентрация кислорода здесь не ниже 4 мг/л, то снижения не произойдет и в дальнейшем.

Формула для определения расчетной концентрации растворенного кислорода в сточных водах имеет следующий вид:

$$O_p = \frac{(n-1)(O_v - O_{\text{БПК}} - O_{\text{доп}})}{0,4}, \quad (4.7)$$

где O_p – расчетная концентрация растворенного кислорода в сточной воде, мг/л;

n – степень разбавления;

O_v – содержание растворенного кислорода в речной воде до сброса сточных вод, мг/л;

$O_{\text{БПК}}$ – биохимическая потребность речной воды в кислороде, мг/л;

$O_{\text{доп}}$ – предельно допустимая концентрация растворенного кислорода, которая должна быть в расчетном створе после сброса сточных вод, мг/л;

0,4 – коэффициент для пересчета полного потребления кислорода в двухсуточное.

Если расчетная концентрация (O_p) меньше той, которая прогнозируется к спуску сточных вод в водоем, то эти воды должны быть очищены. В этом случае необходимую степень очистки определяют по формуле, аналогичной формуле (4.6):

$$\Xi_o = \frac{O_{\text{ст}} - O_p}{O_{\text{ст}}} \cdot 100 \%, \quad (4.8)$$

где $O_{\text{ст}}$ – полная биохимическая потребность в кислороде в сточной воде, мг/л;

O_p – расчетная концентрация растворенного кислорода в сточных водах, мг/л.

Расчет очистки сточных вод по содержанию растворенного кислорода выполняют для определения их загрязненности органическими веществами и выяснения необходимой степени очистки.

Расчет температуры сточных вод перед сбросом их в водоем

Расчет производится с учетом санитарных требований: летняя температура речной воды не должна повышаться в результате сброса сточных вод более чем на

3 °С.

Максимально допустимую температуру сточных вод определяют по формуле

$$t_{\text{ст}} = \left(\frac{K_c \cdot Q}{q} + 1 \right) \cdot (t_{\text{доп}} + t_{\text{max}}), \quad (4.9)$$

где K_c – коэффициент смешения;

Q – расход реки, м³/с;

q – расход сточных вод, м³/с;

$t_{\text{доп}}$ – допустимое повышение температуры (3 °С);

t_{max} – максимальная температура речной воды в наиболее теплый летний месяц до спуска сточных вод.

Сравниваем полученную температуру с температурой сточных вод. Если температура сточных вод меньше полученной расчетной, то специальных мер по снижению температуры сточных вод принимать не нужно. Если температура сточных вод больше расчетной, то требуется охлаждение сточных вод перед сбросом их в водоем.

Расчет степени очистки сточных вод по изменению pH

Согласно общим требованиям к составу и свойствам воды водоемов у пунктов культурно-бытового водопользования реакция (pH) не должна выходить за пределы 6,5-9,0.

Допустимую концентрацию кислоты в сточных водах находят по формуле

$$C_{\text{доп}} = (n - 1) \cdot x_k, \quad (4.10)$$

где x_k – максимальное количество кислоты, которое может быть добавлено к 1 л речной воды, мг-экв/л (определяют по графику Черкинского);

n – степень разбавления сточных вод.

Пользоваться графиком надо следующим образом. Допустим, что вода имеет pH=7,25 при щелочности 3 мг/л. Восстановив перпендикуляр из точки 7,25 на оси абсцисс до пересечения с основной кривой, которая соответствует 3 (В-3), и, опустив из точки пересечения перпендикуляр на правую ось x_k – ординат, находим значение максимального количества кислоты в миллилитрах нормального раствора, которое может быть добавлено к 1 л речной воды по санитарным нормам (x_k). В нашем случае оно равно 1,25.

Необходимая степень очистки сточных вод от кислоты определяется по формуле

$$\mathcal{E}_k = \frac{C_k - C_{\text{доп}}}{C_k} \cdot 100 \% \quad (4.11)$$

где C_k – содержание кислоты в сточных водах, мг-экв/л.

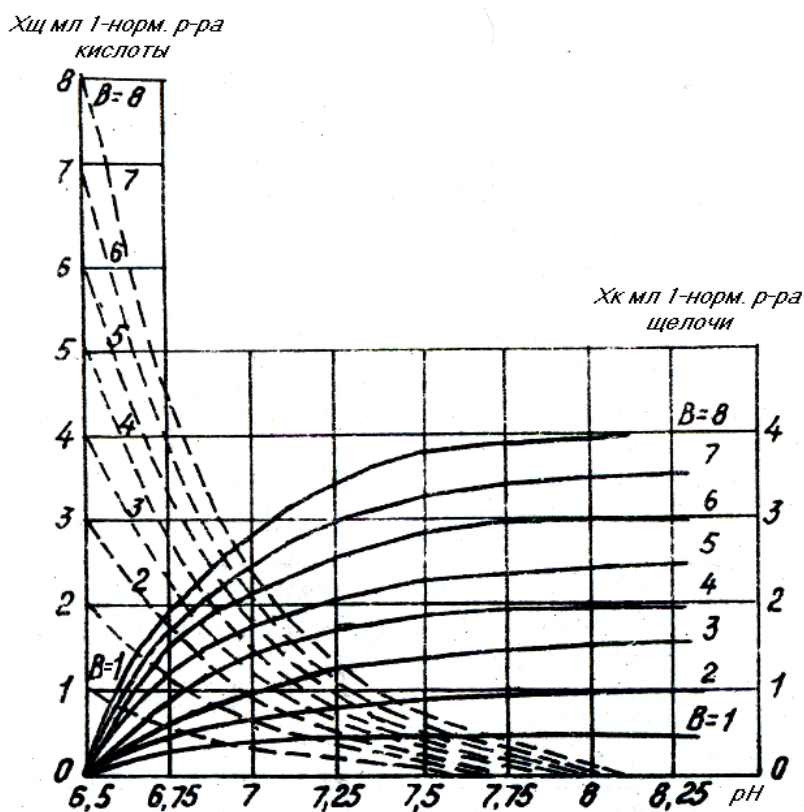


Рисунок 4.4. График для определения максимального количества кислоты на 1 л речной воды, мг-экв/л (по С.Н. Черкинскому)

Расчет степени очистки сточных вод от вредных веществ

Если в сточных водах содержится несколько видов вредных веществ, то все компоненты разбиваются на группы с одинаковым лимитирующим показателем вредности (ЛПВ). Например, в сточных водах содержатся мышьяк, ртуть, свинец, никель, цинк. По таблице 4 (приложение) определяем, что мышьяк, ртуть и свинец относятся к группе веществ санитарно-токсикологического ЛПВ, а никель и цинк – к группе веществ общесанитарного ЛПВ. Затем определяем сумму отношений концентраций веществ каждой группы в сточной воде к их предельно допустимым концентрациям:

$$\frac{C_1^{\text{ст}}}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2^{\text{ст}}}{\text{ПДК}_2} + \frac{C_3^{\text{ст}}}{\text{ПДК}_3} + \dots + \frac{C_n^{\text{ст}}}{\text{ПДК}_n} = \sum C^{\text{ст}}. \quad (4.12)$$

После этого подсчитываем сумму отношений концентраций этих веществ в воде водоема до спуска в него сточных вод к их ПДК:

$$\frac{C_1^{\text{в}}}{\text{ПДК}_1} + \frac{C_2^{\text{в}}}{\text{ПДК}_2} + \frac{C_3^{\text{в}}}{\text{ПДК}_3} + \dots + \frac{C_n^{\text{в}}}{\text{ПДК}_n} = \sum C^{\text{в}}. \quad (4.13)$$

И определяем необходимую степень очистки по формуле

$$\mathcal{E}_{\text{вр}} = 1 - \frac{1 - \frac{n-1}{n} \sum C^{\text{в}}}{\frac{\sum C^{\text{ст}}}{n}} \cdot 100 \%, \quad (4.14)$$

где n – степень разбавления сточных вод.

5 Геоэкология почв и рациональное использование земельных ресурсов

Еще Френсис Бэкон отметил: «Три вещи делают нацию великой и благоденствующей: плодородная почва, деятельная промышленность и легкость передвижения людей и товаров».

5.1 Почва и ее плодородие

Почва - это природное тело, сформировавшееся из продуктов разрушения горных пород под влиянием живых организмов и природных факторов (климата, рельефа, растительности) и обладающее плодородием, т.е. способностью обеспечивать растения необходимыми для их жизнедеятельности условиями, питательными веществами, водой, воздухом и теплом /28, 43 – 50/. Поскольку климатические условия на земном шаре неодинаковы, то и почвы отличаются большим разнообразием и зональностью.

Наиболее оптимальные условия для формирования почв создавались в зоне луговых степей, где при сравнительно ровном рельефе выпадало достаточное количество атмосферных осадков (500-600 мм/год), климат был умеренно теплым и развивалась обильная травянистая растительность. Здесь и образовались наиболее плодородные почвы - черноземы.

К северу от зоны луговых степей влаги в почву поступало еще больше, но тепла не хватало и формировалась в основном лесная растительность. Там, где вода застаивалась из-за наличия глин и низкой испаряемости, развивались болотные растения. В лесной зоне получили распространение темно-серые, серые и светло-серые почвы, подзолы, дерново-подзолистые, болотные почвы и торфяники. Различные виды болотных почв преобладают и в тундровой зоне.

В сухих степях и полупустыне достаточно тепла, но не хватает влаги, поэтому растительных органических остатков в почву поступает мало. Формируются каштановые, бурые, серо-бурые почвы, сероземы, солонцы и солончаки.

В почве, в отличие от горных пород, имеется органическое вещество - перегной, образующийся из остатков отмерших растений под влиянием деятельности микроорганизмов. Растительные остатки содержат углеводы, белки, жиры, лигнин, пектины, сахара. Микробы и простейшие животные, обитающие в почве, используют эти вещества в качестве пищи, разлагают их, переводя в глюкозу, аминокислоты, глицерин, полифенолы, хиноны. Одновременно при помощи своих ферментов микробы синтезируют новую форму органического вещества - почвенный перегной, а также углекислый газ, воду, аммиак, окислы азота и т.д. Процесс преобразования породы в почву является частью биологического круговорота веществ /13,122,140,141/. Главными элементами питания растений являются азот, углерод, калий и фосфор, поступающие из перегноя. Азота в почве содержится 0,1-2 %, фосфора - 0,008 %, калия – 1 %, кальция – 2 %, углерода – 5 % и т.д. Азот и углерод входят в состав белка.

Количество азота в перегное, количество перегноя в почве и мощность почвенного слоя служат показателями плодородия почв. Самыми богатыми почвами являются черноземы, содержащие от 6 до 10 % гумуса, самые бедные - подзолистые почвы (1 – 3 %). Черноземные почвы, имеющие высокую продуктивность, при оптимальной влажности дают урожаи пшеницы до 40-63 ц/га. Один квадратный метр черноземной почвы способен дать 400-630 г зерна. Если потребление зерна в год на душу населения составляет 120 кг, то 1 м² пашни может с избытком обеспечить хлебом одного человека на один день.

Снижение плодородия почв происходит при постоянном удалении с полей части биомассы (зерна, соломы, травы), при уничтожении перегнойного горизонта в процессе строительства, в результате развития процессов эрозии и загрязнения почвы вредными веществами. Почва образуется в течение тысячелетий и располагается по поверхности Земли слоем от 10 до 200 см. Она является необходимым условием существования растений, животных и микроорганизмов. Почва - главный поставщик не только продуктов питания, но и сырья для пищевой, текстильной и других отраслей промышленности. В законе о земле РФ записано, что земля - важнейшее богатство нашего общества - является главным средством производства в сельском хозяйстве и пространственным базисом размещения и развития всех отраслей народного хозяйства. Почвенно-растительный покров служит также регулятором водного баланса суши. Проходя через почву, атмосферные осадки насыщаются солями, очищаются от взвешенных веществ и перераспределяются по поверхности суши, фильтруются в подземные слои, питая грунтовые воды. Почва является универсальным биологическим поглотителем и нейтрализатором загрязнений. Сточные воды, фильтруясь через почву, очищаются от мути, песка и некоторых растворенных веществ. Мертвые органические остатки разлагаются микробами.

В отличие от других средств производства земля – дар природы, она не является продуктом труда человека, создавать землю человек пока не умеет. Она превращается в продукт труда только тогда, когда человек орошает ее, осушает и вносит удобрения. Земля – незаменимое средство производства, пространственно ограниченное; при правильном использовании она не изнашивается и не устаревает морально.

5.2 Продовольственная программа

В 1956 г. в бывшем СССР была принята Продовольственная программа, главной задачей которой было улучшение снабжения населения страны продуктами питания. Огромные потери понесло сельское хозяйство в годы коллективизации и Великой отечественной войны. Из крупнейшего экспортера зерна и сельскохозяйственной продукции наша страна в 60-х гг. превратилась в импортера зерна и продуктов питания. Снизилась и средние мировые темпы прироста сельскохозяйственной продукции. В 50-е гг. среднегодовые темпы прироста составляли 3,3 %, в 60-е - 2,6 % и в 70-е - 2,1 %. В развитых капиталистических странах среднегодовые темпы прироста сельского хозяйства в 50-е годы были 2,5 %, в 60-е - 1,9 %, в 70-90-е - 1,8 %. Исключение составляли

США, где среднегодовые темпы роста в 70-90-е годы увеличились до 2 %, что объяснялось, в первую очередь, стремлением стимулировать экспорт.

В развивающихся странах ежегодный прирост производства сельскохозяйственной продукции на душу населения составлял в 50-е г. – 1 %, в 60-е - 0,4 %, а в 70-90-е - 0,1 %, в странах Южной Азии и Африки в 70-90-е годы наблюдалось абсолютное уменьшение производства. В мире сегодня насчитывается более 1,5 млрд. человек, систематически недоедающих и голодающих. Эксперты считают, что если годовой прирост продуктивности мирового земледелия не довести до 3,5-4 %, то дефицит зерна на мировом рынке составит к 2010 – 2015 гг. 200 млн. т. в год. Разрыв между производством и спросом продовольствия приводит к расширению импорта продовольствия и усиливает зависимость России и развивающихся стран от развитых стран. В 70-е гг. в США было дополнительно распаханно 15 млн. га земли, а к 2000 г. производство зерновых приблизилось к 400 млн. т в год. Такие темпы прироста сельскохозяйственной продукции должны служить хорошими ориентирами для сельского хозяйства нашей страны.

5.3 Земельные ресурсы

Площадь суши земного шара без ледников и полярных шапок составляет 133,4 млн. км². Из них 55,4 млн. км² занимают тропики, 24,3 млн. км² - субтропики, 22,5 млн. км² - зона умеренного климата и 21,2 млн. км² - полярная зона. На долю пахотных угодий приходится около 1,5 млрд. га, или 10-11 % суши, пастбища и сенокосы занимают приблизительно 3 млрд. га, или 20 % суши. По данным ООН, на 20% площади суши климат слишком холодный, на 20 % - слишком жаркий и засушливый, 20 % суши занимают очень высокие горы и 10 % сильно защебненные почвы крутых склонов. Резервы сельскохозяйственных земель на планете исчерпаны. Население земного шара распределено неравномерно, и обеспеченность пашней в разных странах неодинакова (таблица 5.1). Страны, наиболее обеспеченные пашней, являются основными производителями сельскохозяйственных продуктов.

На каждого жителя планеты в настоящее время приходится в среднем 0.4 га пашни. Эта цифра непостоянна и имеет тенденцию к уменьшению, так как население Земли растет, а площадь суши не увеличивается. По обеспеченности пашней Россия занимает четвертое место в мире. Однако половина территории страны находится в зоне многолетней мерзлоты, а значительная часть пахотных земель приурочена к зоне недостаточного увлажнения. Потенциальные возможности природных условий сельскохозяйственной территории России в 2,4 раза ниже, чем в США, в 2,25 раза ниже, чем во Франции, в 1,7 раза ниже, чем в ФРГ, в 1,5 раза ниже, чем в Англии.

За счет распашки лугов, сенокосов и пастбищ на планете можно увеличить площадь пашни вдвое. Но освоение новых территорий потребует в 20-25 раз больше затрат, чем освоение новых земель в начале XX века.

Таблица 5.1 Земельные ресурсы стран в расчете на душу населения, га

Страна	Общая площадь	В том числе	
		Пашни	луга и пастбища
Россия	9,23	0,92	1,54
США	4,53	0,84	1,26
ФРГ	0,42	0,13	0,09
Франция	1,07	0,35	0,27
Великобритания	0,44	0,13	0,22
Япония	0,35	0,05	0,01
Китай	1,27	0,15	0,24
Индия	0,60	0,29	0,03
Швеция	5,56	0,37	0,05
Канада	46,15	2,02	0,97
Аргентина	11,93	1,02	6,16
Австралия	60,49	3,50	35,47

Таблица 5.2 Структура земельных угодий бывшего СССР

Угодья	Площадь, млн га
Пашня	226,3*
Сенокосы и пастбища	371,4*
Леса	782,4
Кустарники	35,2
Болота	115,7
Под постройками	10,3

В бывшем Советском Союзе общая площадь суши составляла 2227,5 млн. га и распределялась следующим образом (таблица 5.2). Основная категория земель в России - земли сельскохозяйственного назначения: пашни, сенокосы и пастбища. В РФ находится 76,6 % всех земель бывшего СССР и 59,9 % пашни. Пашня - это участки, систематически обрабатываемые и используемые под посевы сельскохозяйственных культур. Плодородие пашни зависит от качества почвенного покрова, климата и хозяйственной деятельности человека (таблица 5.3). Почвы обладают различным уровнем плодородия. Из них только черноземы являются плодородными и могут обеспечивать нормальную производительность сельскохозяйственных культур без проведения особых мероприятий. Но и они за долгие годы использования утратили часть своего плодородия. Это наглядно видно на примере ведущего сельскохозяйственного района Урала – Оренбургской области. В Оренбургской области в настоящее время почти 2 млн

га пашни систематически не обрабатывается и заросло сорняками. Преобладают черноземы, но среди них много деградированных, которые нуждаются в защите от водной и ветровой эрозии. Почвы в процессе использования нуждаются в

Таблица 5.3 Структура почвенного покрова России

Почвы	Площадь, млн га
Дерново-	18,0
подзолистые	14,5
Серые лесные	63,4
Черноземные	12,0
Каштановые	11,4
Солонцы и солончаки	1,5
Болотные	

Земельный фонд Оренбургской области, млн. га

Площадь всех земельных угодий 10,679

Пашня 6,5

Сенокосы 0,556

Пастбища 3,623

специальных мероприятиях по осушению, рассолению, нейтрализации кислой реакции (в известковании), орошению, защите от эрозии. Следовательно, имеющиеся пахотные земли далеко не идеальны, но они нас кормят. В настоящее время площадь пашни на душу населения в России, даже с учетом той, которая временно не обрабатывается, составляет менее 0,8 га, а еще в 1971 г. в бывшем СССР достигала 0,92 га. Уменьшение площади пашни вызвано далеко не всегда обоснованным отводом продуктивных земель для нужд строительства, промышленности, транспорта.

5.4 Эрозия, загрязнение почв и вертикальная планировка местности

Строительное сырье добывается преимущественно открытым способом. Некоторые виды строительного сырья: песок, глина, мел, гравий, известь - залегают неглубоко, и их разработка связана со снятием почвенного покрова и небольшого по мощности слоя вскрышных пород. Для производства строительного щебня применяют буровзрывные работы. Гранит, габбродиабаз, мрамор нередко залегают на значительной глубине, и при их добыче большие объемы пород вскрыши перемещаются в отвалы.

Мощным фактором уменьшения площадей пахотных земель является строительство новых зданий, автомобильных и железных дорог, нефте- и газопроводов и других коммуникаций и сооружений.

Любое строительство начинается с выбора и отвода земельного участка, с закладки фундамента. С этой целью выполняют работы по расчистке

строительной площадки и роют котлован. Подготовительные работы, заключающиеся в сносе прежних построек, в рубке и вывозе деревьев, корчевке пней и т.д., производятся с применением современной мощной техники: тракторов, бульдозеров и т.д. Машины разрушают почву, дернину или лесную подстилку, если строительство ведется в лесу. На сельскохозяйственных угодьях - пашне – почва быстро разрушается даже колесами автомобилей, подвозящих различное оборудование и материалы. При этом разрушается и иногда полностью уничтожается перегнойный горизонт, который нужно сохранить, чтобы в последующем он мог быть использован для озеленения строящегося объекта. Если не весь плодородный слой нужен на месте строительства, то оставшуюся часть можно использовать для улучшения близлежащих сельскохозяйственных угодий.

При строительстве автомобильных дорог почва подвергается техногенному разрушению не только на месте сооружения дороги, но и в пределах полосы отвода, как постоянного, так и временного. Основание дороги делают из грунта, находящегося на прилегающей к дороге территории. Его сгребают бульдозерами к оси дороги и формируют из него насыпи. Согласно существующему законодательству перед началом строительства дороги почвенный слой надо снимать и складывать в пределах временной полосы отвода. А после окончания строительства использовать этот слой для нанесения на поверхность выемок, откосов и т.д.

Следовательно, при строительстве почва разрушается в ходе земляных работ. Часть почвы заваливается строительным мусором и другими отходами: цементом, бетоном, краской и т.д., т.е. почва оказывается поврежденной практически на всей территории строительства. При строительстве и эксплуатации любых объектов, при добыче строительного сырья открытым способом выделяются следующие виды техногенного нарушения земель:

- 1) *изменение рельефа* за счет вертикальной планировки, срезки холмов и возвышенностей, строительства карьеров, устройства новых возвышенностей - отвалов. Так, отвалы вдоль автодорог создают бугристо-грядовую или плоскоувалистую форму рельефа. Карьеры имеют различную глубину - от 10-12 до 400 м. Только для обеспечения щебнем в нашей стране сооружено несколько тысяч мелких и до 80 крупных карьеров мощностью от 600 тыс. до 2 млн. м³ щебня в год;
- 2) *уничтожение и разрушение почвы и растительности*. Складирование снятой со стройплощадки почвы стало применяться недавно. До этого почва смешивалась с породами вскрыши и заваливалась в отвалы. Плодородный слой почвы безвозвратно терялся. Но и при хранении почва частично разрушается, выводится из биологического круговорота и снижает свое плодородие;
- 3) *загрязнение почвы* мусором, нефтепродуктами, цементом, сточными водами, токсичными веществами.

Природные процессы и хозяйственная деятельность человека способствуют разрушению и загрязнению почвы. Почвы могут разрушаться механически и изменяться химически. Механическое разрушение и удаление верхних горизонтов почвы называют *эрозией*. Различают эрозию водную и ветровую. На развитие

процессов эрозии влияют климат, рельеф, характер растительности. Водная эрозия появляется там, где рельеф местности волнистый, естественный, растительный покров разрушен и часто выпадают дожди ливневого характера или очень быстро весной тает снег. Водная эрозия бывает плоскостная и струйчатая. При плоскостной эрозии происходит смыл почвы по всей поверхности склона. Этот процесс в геологии называют денудацией. При струйчатой, или собственно эрозии сначала возникают промоины, переходящие в овраги. Эрозия легче проявляется в легких по механическому составу почвах, когда не соблюдается чередование культур на поле, пахота производится не поперек, а вдоль склона. Причиной возникновения эрозионных промоин может стать небольшая яма на склоне, выкопанная для добычи глины или песка, или карьер, из которого добывали гравий, песок или глину, колея телеги, трактора, автомобиля, проложенная вдоль склона. Водная эрозия особенно сильно проявляется весной или осенью, когда текут талые и дождевые воды, а поверхность почвы лишена растительности. В нашей стране под оврагами занято около 5 млн. га площади. Вся площадь Бельгии, например, составляет 3,1 млн. га.

Ветровая эрозия проявляется в степных районах, где часто дуют ветры с большой скоростью. Происходит выдувание, перенос и отложение мельчайших почвенных частиц. Ветровой эрозии подвергаются участки с распыленными бесструктурными почвами, с утраченным растительным покровом. Пыльные бури возникают при скорости ветра до 35 м/с. В воздух при этом поднимается огромное количество почвенных частиц. При пыльных бурях сносится почвенный слой с больших площадей. Поземка появляется при скорости ветра 5-6 м/с. В воздух поднимается меньше мелкозема, чем при пыльных бурях.

Ветровой эрозии подвергаются почвы при строительстве различных объектов, дорог, коммуникаций, когда уничтожается естественный растительный покров, при добыче полезных ископаемых открытым способом. Ежегодный ущерб от всех видов эрозии в нашей стране оценивается в 10 млрд. руб. в ценах 1984 года. Эрозия превращает цветущие земли в пустыни. Разрушение почвы процессами эрозии приводит к сокращению пахотных, сенокосных и пастбищных угодий и увеличению площадей неудобий. В результате изменяется состояние и структура сельскохозяйственных угодий. По оценкам академиков И.П. Герасимова и Е.К. Федорова, человечество по различным причинам, прежде всего, за счет эрозии, потеряло за историческое время 2 млрд. га сельскохозяйственных угодий, в том числе до 700 млн. га пахотных земель.

Загрязнение почвы происходит при поступлении в нее химических веществ, отходов и отходов в количествах, превышающих возможности их нейтрализации в биологическом круговороте веществ. Цементная пыль, выбрасываемая цементными заводами, забивает поры почвы, нарушая ее газообмен с окружающей средой. Пустая порода, извлекаемая из шахт и карьеров, золоотвалы и шлакоотвалы также загрязняют почву мельчайшими частичками золы и шлаков и вымываемыми из них щелочами и вредными веществами. Сельскохозяйственное производство является причиной загрязнения почвы различными ядохимикатами, применяемыми для борьбы с насекомыми, вредителями сельского хозяйства и сорной растительностью. Эти яды очень

стойкие и долго не разрушаются в почве. Ежегодно в мире производится более 500 тыс.т. различных токсических веществ. Многие из них не распадаются от 3-6 до 50 лет. Остатки пестицидов и гербицидов или продукты их превращения поступают в виде примесей в природные воды и в пищу.

Результатом эксплуатации АЭС и наземных испытаний ядерного оружия стало радиоактивное загрязнение почв и подземных вод. В выращенных на зараженных территориях фруктах, овощах, зерновых культурах содержатся радиоактивные изотопы: стронций-90 и цезий-137. По мнению специалистов, зараженные земли не пригодны для жизни в течение первых 30 лет.

Большой вред наносят почвам и сельскохозяйственным культурам кислотные дожди, содержащие серную, соляную и азотную кислоты. Они образуются, как в результате техногенных выбросов транспорта, теплоцентралей, металлургических и химических заводов, так и природных явлений (извержение вулканов и пр.). Кислые почвы неблагоприятны для сельскохозяйственных растений.

Почва не является пассивной по отношению к попадающим в нее загрязнениям. Микробы и живые организмы почвы до определенного уровня справляются и перерабатывают их. В одном кубическом сантиметре почвы содержатся миллионы микроорганизмов. В результате деятельности микробов, насекомых и мелких животных происходит деградация загрязнителей и почва самоочищается. Но эта замечательная, санитарная способность почвы не безгранична. При интенсивном загрязнении она может быть полностью утрачена.

5.5 Правовые вопросы охраны земель при строительстве

Земельный Кодекс РФ, состоит из 15 разделов. До сих пор неполностью решен вопрос о собственности на землю. В законодательстве России долго декларировался тезис о том, что земля в нашей стране является всенародным достоянием и она числилась за единым государственным земельным фондом (ГЗФ). В его состав входили земли сельскохозяйственного назначения, несельскохозяйственных предприятий и организаций, городов, поселков и сельских населенных мест, лесного государственного фонда (ГЛФ), государственного запаса (ГЗ). Последний включал неудобья, безводные степи и пастбища. Наконец, в составе ГЗФ выделялся государственный водный фонд, то есть земли, занятые под водоемы.

В разделе 1 Земельного Кодекса РФ содержится 8 глав. В первой главе (14 статей) даны основные положения. В ст. 3, например, декларируются следующие формы собственности на землю: государственная, колхозно-кооперативная, частная, коллективно-долевая. Говорится о равенстве всех форм собственности. В ст. 7 указывается, что передача земельных участков в собственность граждан производится местными органами власти за плату и бесплатно. Для фермерского хозяйства земля предоставляется из расчета средней земельной доли, сложившейся в данном районе в расчете на одного работающего в сельском хозяйстве, включая пенсионеров и лиц, занятых на селе в социальной сфере. Кроме того, земля предоставляется гражданам для жилищного строительства, садоводства и животноводства на малопродуктивных угодьях и нарушенных

землях. Если гражданам предоставляются продуктивные сельскохозяйственные земли, то с них взимается плата. Иностранным гражданам в собственность и пожизненное наследуемое владение земля не продается.

Статья 8 определяет размеры земельных площадей, выделяемых в коллективную собственность. Площадь при этом исчисляется путем умножения расчетной доли на число членов коллектива.

В главе 2 (3 статьи) изложены вопросы компетенции федеральных органов власти и субъектов федерации в области регулирования земельных отношений.

Глава 3 (5 статей) освещает компетенцию субъектов федерации и местных органов власти в области регулирования земельных отношений. В главе 4 (5 статей) говорится об изъятии, предоставлении и передаче земельных участков в собственность и в аренду. Порядок изъятия и предоставления земельных участков дается в главе 5 (11 статей). Кроме того, в главе 6 (6 статей) разъясняется вопрос о прекращении прав на землю. Использованию земельных участков для производства изыскательских работ посвящена отдельная глава 7 (2 статьи).

Важнейшие вопросы землепользования изложены в главе 8 (5 статей): земельный налог, арендная плата за землю и плата за приобретение земли в собственность.

Права и обязанности землевладельцев, землепользователей и арендаторов изложены в разделе II (4 статьи). Здесь говорится о защите и гарантии их прав.

Землям сельскохозяйственного назначения посвящен раздел III. Наряду с основными положениями раздела (глава 9, 2 статьи), освещаются вопросы фермерского землепользования (глава 10, 6 статей), землепользования граждан, ведущих личное подсобное хозяйство (глава 11, 5 статей). В частности, в ст. 65 отмечается, что в случае смерти землепользователя участок передается по наследству одному из членов семьи. Землям колхозов посвящена глава 12 (1 статья). Раздел IV трактует вопросы землепользования в пределах населенных пунктов (главы 13 и 14, 12 статей). Использование земель предприятий промышленности, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информационного и космического обеспечения, обороны и др. освещается в разделе V (6 статей). В разделе VI (5 статей) закрепляются земли природоохранного, природно-заповедного, оздоровительного, рекреационного и историко-культурного назначения. Наконец, регламентации использования земель лесного, водного фондов и земель запасов посвящен раздел VII (3 статьи). В разделе VIII говорится о возмещении убытков собственникам земли (3 статьи), а охране земель посвящен раздел IX. Формулируются цели и задачи охраны земель (статья 100), содержание (статья 101), нормативы ПДК химических веществ в почве (статья 102), экологические и санитарно-гигиенические требования к размещению, проектированию и вводу в эксплуатацию объектов, сооружений и строений, влияющих на состояние земель (статья 103). Особое внимание уделяется охране ценных сельскохозяйственных угодий (статья 104) и вопросам экономического стимулирования рационального использования и охраны земель (статья 105); приводятся виды экономического стимулирования (статья 106) и, в частности, законодательно признается необходимость установить повышенные цены на экологически чистую продукцию. Вопросы контроля за использованием

и охраной земель освещаются в разделе X. Говорится о задачах контроля (статья 107), органах контроля (статья 108) и о земельном мониторинге (статья 109). Вопросам государственного земельного кадастра (2 статьи) и землеустройству (3 статьи) посвящены соответственно разделы XI и XII. Решению земельных споров уделено внимание в разделе XIII (8 статей). Установлена определенная ответственность за нарушения Земельного законодательства (раздел XIV). Так, в статье 125 за загрязнение земель предусмотрены штрафы в размере от 500 тыс. до 1 млн. рублей с юридических лиц и до 3 тыс. рублей с граждан. Предусмотрена и уголовная ответственность. Так, в соответствии со ст. 199 УК РФ самовольный захват земли, причинивший значительный ущерб его законному владельцу или собственнику, наказывается исправительными работами от 6 месяцев до года или штрафом до 3-кратного размера причиненного ущерба. Раздел XV посвящен международным договорам.

Отвод земель для строительства и других целей оформляется землеустроительными органами с выдачей специального документа и с установлением границ отводимого участка на местности (в натуре). Землеустроительные органы находятся при местных администрациях. Землями колхозов и совхозов распоряжаются областные органы через земельные комитеты. Районные администрации через свои земельные комитеты имеют право выделять земельные участки из земель государственного запаса, а из других земель - участки площадью до 10 га. Городские (поселковые) администрации предоставляют земельные участки из земель городов (поселков) для индивидуальных застройщиков и для строительства различных объектов в городе (поселке). Если для строительства какого-либо предприятия требуются земли сельскохозяйственного назначения площадью более 10 га, то этот вопрос решается областными администрациями. Если под строительство изымаются сады, пашни, виноградники, осушенные земли, водо-охраные леса, то в этом случае для отвода земель необходимо специальное разрешение правительства субъекта федерации. При изъятии пашни более 50 га вопрос согласовывается с федеральными органами. Земельным законодательством предусматриваются и мероприятия по восстановлению земель, нарушенных строительными или горнодобывающими работами, и порядок возмещения ущерба, причиненного землепользователю изъятием у него земли.

5.6 Рекультивация нарушенных земель

Почва является невозобновимым природным ресурсом. Условия, в которых сформировались современные почвы, на Земле уже не существуют. Поэтому на месте испорченных и разрушенных почв будут формироваться качественно иные почвы. Процесс восстановления почв, разрушенных естественным путем, идет очень медленно. Вьетнамские специалисты установили, что в условиях вьетнамских джунглей прирост почвенного слоя в один сантиметр происходит за 200-400 лет, а слой почвы толщиной 3 см может образоваться естественным путем только за несколько тысяч лет. В некоторых случаях после разрушения почвы на поверхности оказываются породы каменистые, засоленные вредными

солями, бесплодные, на которых не может развиваться естественная растительность. Во всех этих случаях приходится восстанавливать землю искусственно, проводя специальные мероприятия.

Процесс восстановления испорченных деятельностью человека земель называют *рекультивацией*. Рекультивация проводится в два этапа. Первый этап, *технический*, начинается со снятия и буртования плодородного слоя перед строительством или освоением территории. Мощность снимаемого слоя определяется по почвенной карте, а при ее отсутствии - специалистами-почвоведомы путем выполнения специальных исследований. Почвенный слой снимается бульдозером в бурты, которые хранятся до окончания строительства. Чтобы почва не раздувалась ветром или не размывалась водой в период хранения, бурты надо засевать бобовыми травами: клевером, люцерной и т.д.

Если земля используется под застройку, то после возведения всех объектов и окончания строительства производится планировка свободной от застройки территории, а затем на выровненную поверхность наносится ранее снятый и заскладированный почвенный слой. Он разравнивается по всей поверхности и засыпается в ямы для посадки деревьев и кустарников. Если же территория используется для добычи строительных материалов, то после снятия и складирования почвенного слоя приступают к снятию вскрышных пород, из которых тоже формируют отвалы. При этом токсичные породы складывают отдельно от пород, способных к почвообразованию. Порядок работ определяется проектом рекультивации.

Второй этап - *биологический*, включает внесение удобрений, орошение, посев многолетних трав, сельскохозяйственных культур, посадку деревьев и кустарников. Биологическая рекультивация делится на лесную и сельскохозяйственную. Под сельскохозяйственную используются потенциально плодородные грунты, а под лесную – малоплодородные. Поврежденные промышленностью территории, например, карьеры, после выполаживания бортов и днища могут использоваться под водохранилища, пруды, водоемы. Берега их, с целью предотвращения от размыва и эрозии, должны засаживаться деревьями и кустарниками. Испорченную территорию можно использовать под разнообразное строительство - жилищное, спортивное, складское и т.д.

Рекультивация земель выполняется на основе специального положения, утвержденного правительственными органами - Государственными комитетами по делам строительства, лесного хозяйства, науки и Министерством сельского хозяйства. Первое правительственное положение о рекультивации земель было утверждено в 1977 г. Предприятия и организации, осуществляющие все виды строительства, приводящие к нарушению почвенного покрова, обязаны снимать, хранить и наносить плодородный слой почвы на рекультивируемые земли, а при экономической целесообразности - на малопродуктивные угодья. В обязанность этих предприятий входит также приведение земель после окончания всех работ в состояние, пригодное для использования в сельском, лесном и рыбном хозяйстве.

5.7 Рациональное использование земель

Под рациональным использованием земель следует понимать сокращение площадей сельскохозяйственных угодий, отводимых под застройку, за счет увеличения плотности застройки, повышения этажности зданий, использования под строительство участков, неудобных для сельского хозяйства.

По характеру образования все неудобные и неиспользуемые в сельском хозяйстве земли делятся на две группы:

- 1) земли, неудобные для сельского хозяйства в силу естественных причин: болота, заболоченные участки, овраги, пески, сильно засоленные земли и т.д.;
- 2) земли, ставшие непригодными для сельского хозяйства в результате технического воздействия человека: карьеры, выработки, отвалы, подтопляемые территории и т.д.

При освоении под промышленное и гражданское строительство земель первой группы проводится инженерная подготовка территории, включающая следующие мероприятия:

- 1) вертикальную планировку и водоотведение с застраиваемой площадки;
- 2) понижение уровня грунтовых вод на заболоченных участках;
- 3) засыпку и укрепление оврагов;
- 4) регулирование малых рек и водотоков;
- 5) борьбу с оползнями, затоплением, подтоплением.

Отрицательными факторами при освоении заболоченных территорий под строительство являются:

- а) необходимость проведения специальных мероприятий из-за слабой несущей способности грунтов при строительстве крупных сооружений;
- б) неблагоприятность санитарных условий для населения района.

При наличии оврагов на территории строительства предусматривают мероприятия по предотвращению дальнейшего их роста, по регулированию стока поверхностных вод с прилегающей территории. Небольшие овраги засыпают. Мероприятия по освоению оврагов намечаются в соответствии с их градостроительной классификацией (таблица 5.4), типом и размерами. Затраты на освоение оврагов под строительство колеблются от 4 до 80 тыс. руб. на 1 га.

Освоение под строительство неудобий, занятых песками, закустаренными территориями, как правило, не требует значительных капитальных затрат. Стоимость инженерной подготовки 1 га таких категорий земель не превышает 5,0 тыс. руб. (таблица 5.5). Более сложную и трудоемкую задачу представляет использование в строительстве территорий, испорченных в результате технического воздействия человека. Стоимость строительного освоения отработанных карьеров и выработок колеблется от 10 до 50 тыс. руб. в расчете на 1 га. Характер использования нарушенных территорий зависит от типов нарушений, а также от физико-географических и горнотехнических условий. Овраги и горные выработки можно использовать под подземное строительство с целью размещения складов, холодильников, хранилищ нефти, газа и нефтепродуктов, гаражей и т.д. Госгражданстроем РФ утверждены схемы комплексного использования подземного пространства городов. Под землей

следует размещать метро, дороги и гаражи для автомобилей, насосные станции, инженерные сети, склады, коммунальные предприятия. Подземное пространство широко используется и сегодня (Гаев и др., 1986; Гаев, Карпов, 1998). В бывших выработках известняка под Кишиневом разводят шампиньоны, хранят овощи, фрукты, вина. В городе Днепропрудном Запорожской области в старой выработке на глубине 440 м работает кафе "Кристалл". Созданы подземные концертные и танцевальные залы, цехи предприятий. Во многих городах России и других стран работает метро, действуют подземные транспортные развязки. В соляных горных выработках созданы спелеолечебницы. Гигантские тоннели построены под дном таких проливов, как Ла-Манш и Цугару (Сангарский). Аналогичный тоннель завершается строительством под Гибралтаром.

Таблица 5.4 Градостроительная классификация оврагов

Группа оврагов	Поперечный профиль	Угол падения склонов, град.	Размеры, м		
			Длина	Ширина	Глубина
Мелкие	V-образные, ящикообразные	50-70, до отвесных	10-300	5-50	0,5-15
Средние: с пологими склонами	корыто-образные, циркообразные	15-20 до 35	300-2000	50-100	10-30
с крутыми склонами	V-образные, ящикообразные	50-70			
Большие: с пологими склонами	корыто-образные	до 20	более 2000	100-500	15-30 и более
с крутыми склонами	ящикообразные	30-60			

Вариант замены пашни другими землями предлагают землеустроительные органы, ведающие отводом земель. В этом случае возникает вопрос об объемах подготовительных работ и экономической целесообразности такой замены. Хотя в России земли сельскохозяйственного назначения пока не продаются, и не покупается, разные земельные участки экономически оцениваются. Экономическая оценка, в частности, складывается из стоимости продукции, получаемой с 1 га земли, и величины затрат на получение этой продукции (таблица 5.6). На экономическую оценку влияет также дефицит земельных ресурсов, близость крупных городов, размеры полей. Выбор оптимального варианта использования земельных ресурсов производится на основе сопоставления величины полной расчетной экономической оценки земли, предполагаемой к изъятию, с размерами укрупненных затрат на инженерное освоение неудобных земель (таблица 5.5). Освоение неудобных земель под строительство можно считать экономически целесообразным, если величина укрупненных затрат ($Q_{стр}$) равна или меньше полной расчетной экономической оценки сельскохозяйственных угодий, изымаемых под строительство (Q_p): $Q_{стр} = Q_p$ или $Q_{стр} < Q_p$. При отсутствии в районе размещения объекта строительства неудобных земель следует выбирать земли, имеющие полную минимальную расчетную экономическую оценку.

Таблица 5.5 Укрупненные затраты на освоение неудобных территорий под строительство

Вид территории и характер ее освоения	Затраты, тыс руб. на га ($Q_{стр}$)
<i>Заболоченные территории</i>	
Понижение уровня грунтовых вод до 3 м	0,6-0,7
до 5 м	0,7-0,9
Вертикальная планировка подсыпкой	1,8-2,2
Регулирование русел ручьев и водоприемников	5,7-9,0
<i>Болота</i>	
Понижение уровня грунтовых вод строительством дренажа, вертикальная планировка подсыпкой при торфяной залежи до 4,0	35-40
Выторфовывание	10-15
Засыпка болот при торфяной залежи до 1,5-2,0 м	8-10
<i>Овраги</i>	
Ликвидация оврагов путем засыпки (замыва) без благоустройства: при обычных условиях	30
при сложных условиях	80
Выполаживание откосов с озеленением, укреплением дна и вершин: при обычных условиях	15
при особо сложных условиях	40
Ликвидация глубоких рытвин: при обычных условиях	4
при особо сложных условиях	6
Водоотведение в глубоких оврагах в полускальных грунтах: при обычных условиях	5
при особо сложных условиях	10
<i>Песчаные земли</i>	
Благоустройство и озеленение	2-4
Возведение зданий	3-5
<i>Солончаковые земли</i>	
Площади, покрытые малоценными кустарниками и лесами	1-3
<i>Пойменные земли</i>	
Вертикальная планировка намывов затопляемых террас	15-18
Обвалование	11-13
<i>Отработанные карьеры и выработки</i>	
Карьеры стройматериалов	
полная засыпка	5-20
устройство водоемов	3-5
Карьеры угля или рудного сырья	
полная засыпка	30-50
устройство водоемов	3-6
<i>Отвалы</i>	
Разравнивание и озеленение	80-1000
<i>Торфоразработки</i>	
Засыпка карьеров грунтом до 2 м	15-17
Разравнивание отвалов вскрыши	6-7
<i>Шахты</i>	
Подземное строительство складов и хранилищ	50-60

Задание 5

Для закрепления материала предлагается выполнить задание, включающее проектирование различных строительных объектов, и сравнить варианты замены

Таблица 5.6 Исходные данные для проектирования строительных объектов

Объект	Площадь, га	Угодье	Почва	Мощность перегнойного слоя, см	Возделываемая культура	Урожайность, ц/га	Закупочная цена на за 1 ц в руб.	Экономическая оценка 1 га с/х угодий, тыс. руб.
Станкостроительный завод	45	Пашня	Чернозем	65	Яровая пшеница	18	9,3	45
Комбинат искусственного волокна	18	То же	Темно-каштановая	45	Яровая пшеница	15	9,6	33
Цементный завод	14	-«-	Темно-серая	42	Гречиха	16	30	30
Автомобильный завод	32	-«-	Чернозем	88	Свекла	250	4,8	48
Городской микрорайон	340	-«-	Дерново-подзолистая	30	Картофель	150	1,3	15
Завод ЖБИ	5,6	-«-	Серая лесная	28	Пшеница озимая	12	9,3	28
Аэропорт	284	-«-	Темно-каштановая	46	Яровая пшеница	16	9,6	35
Машиностроительный завод	24	-«-	Серая лесная	18	Рожь	22	8,4	20
Обогатительная фабрика с шламоотвалами	20	-«-	Чернозем	54	Пшеница	14	9,6	42
Животноводческий комплекс	5	Пашня	Чернозем	48	Пшеница	14	9,6	38
Завод тракторных прицепов	52	-«-	Чернозем	60	Свекла	230	4,8	44
Нефтеперерабатывающий завод	36	-«-	Темно-каштановая	48	Яровая пшеница	21	9,5	38
Комбинат строительных материалов	12	-«-	Дерново-подзолистая	26	Картофель	170	1,5	14
Вагонный завод	30	-«-	Темно-серая	28	Картофель	140	1,7	16
Поселок городского типа	280	-«-	Серая лесная	21	Рожь	25	9,6	22
Завод резинотехнических изделий	6,2	-«-	Темно-каштановая	41	Пшеница озимая	15	10,2	28
Ипподром	44	-«-	Чернозем	56	Пшеница	16	9,9	41
Завод по производству радиаторов	21	-«-	Темно-серая	38	Гречиха	14	34	28
Горно-обогатительный комбинат	36	-«-	Дерново-подзолистая	32	Картофель	160	1,4	18
Птицефабрика	8	-«-	Серая лесная	19	Рожь	18	9,1	21

пахотных земель неудобными (таблица 5.5, 5.6). Для выполнения задания

предлагается следующий перечень неудобных земель и мероприятий по их использованию:

- 1) овраги глубиной от 5 до 15 м с пологими склонами (нужно засыпать, условия обычные);
- 2) солончаковые земли, непригодные для пашни;
 - 3) заболоченный участок (требуется осушение с понижением уровня грунтовых вод до 5 м и вертикальная планировка подсыпкой);
 - 4) земли, изрезанные глубокими рытвинами сложной конфигурации;
- 5) городские земли с подтоплением территории (требуется вертикальная планировка подсыпкой и понижение уровня грунтовых вод до 3 м);
- 6) песчаные земли, непригодные для пашни;
- 7) городские земли, покрытые малоценным кустарником;
- 8) карьер глубиной 10 м и площадью 6 га, находится в 3 км от запроектированной фабрики. Проектная высота шламоотвалов 6 м;
- 9) заовраженная территория, непригодная для пашни. Условия обычные.

Технико-экономическое обоснование проектируемых объектов требует последовательного изложения материала по следующей схеме, предложенной доцентом Л.В. Носковой:

- 1) в какую организацию следует обратиться, чтобы получить разрешение на отвод земли под строительство объекта? (См. раздел 5.5);
- 2) определить ущерб сельскому хозяйству в количестве продукции и в денежном выражении от изъятия земли под строительство за 1 год и 50 лет;
- 3) сколько человек можно было бы обеспечить хлебом (или картофелем) в течение года, если бы этот участок не изымался из пашни? Норма потребления хлеба и картофеля - 120 кг в год на 1 человека.

Примечание: если на участке возделывается какая-либо другая культура (гречиха, сахарная свекла), этот расчет не выполняется;

- 4) определить объем снимаемого плодородного слоя почвы, м³;
- 5) рассчитать площадь, необходимую для складирования снятого почвенного слоя при высоте буртов до 8 м;
- 6) описать мероприятия, которые необходимо провести, чтобы заскладированная почва не запылила воздух и не размывалась дождем (см. раздел 5.6);
- 7) определить возможные пути использования плодородного слоя, оставшегося после выполнения работ по озеленению. Под зеленые насаждения отводится обычно не больше 15% территории (см. раздел 5.4);
- 8) определить экономическую целесообразность замены пашни участком с неудобными для сельского хозяйства землями (см. раздел 5.7 и таблицы 5.5, 5.6).

6 Физическое, или энергетическое воздействие на окружающую среду и человека^{х)}

Физический тип техногенеза исследован недостаточно. Вид воздействия на окружающую среду и человека может быть тепловым, электромагнитным, радиоактивным, вибрационным, шумовым и др. /7, 9, 11, 12, 13, 17, 20, 21, 158/. Например, тепловое воздействие на нашу планету связано с так называемым парниковым эффектом, при котором происходит повышение средней температуры на поверхности планеты, таяние льдов полярных шапок и значительный подъем уровня мирового океана. В связи с этим ожидается значительная трансгрессия моря и затопление огромных низменных прибрежных равнин. Это угрожает затоплением побережий Европы, Северной Африки, Западной Сибири, Южной Америки.

Не все виды физического воздействия регистрируются приборами. Шум измеряется шумомерами в децибелах (дБ), напряженность электромагнитного поля оценивается в вольтметрах (Вм), радиация измеряется в рентгенах, мили- и микрорентгенах. При наиболее распространенных амплитудах колебаний электромагнитного поля за фон гигиенисты принимают 2 Вм. Для ряда физических полей фон не регистрируется и даже не установлен /158/. Наиболее изучены вибрации и шум. Именно эти виды воздействия на окружающую среду, человека, здания и сооружения нормируются при проектировании и строительстве.

6.1. Параметры вибрации и шума

Вибрация и звук в окружающей среде распространяются в виде колебательных волн, закономерности распространения которых являются аналогичными друг другу /17, 21/.

Из теории колебаний известно, что любой колебательный процесс можно описать простейшими аналитическими зависимостями, включающими основные параметры: амплитуду, скорость и ускорение колебаний. Так, для гармонических колебаний с постоянными амплитудой и периодами (рисунок 6.1) аналитическое выражение будет выглядеть следующим образом:

$$A = A_0 \cdot \sin \omega t, \quad (6.1)$$

где A_0 - амплитуда колебательного смещения, мм; t - время; ω - круговая частота колебаний, рад/с.

При этом период колебаний равен

$$T = 2\pi/\omega, \quad (6.2)$$

а частота (Гц) равна

$$f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi}. \quad (6.3)$$

^{х)}
Использованы материалы М.И. Забылина

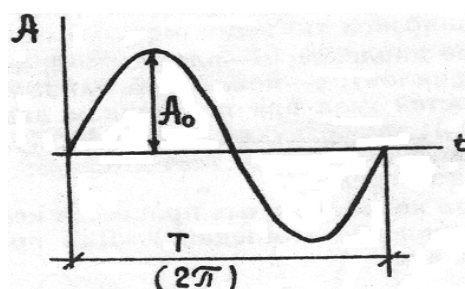


Рисунок 6.1. Гармонические колебания с постоянной амплитудой (A_0) и периодом (T)

Скорость и ускорение колебаний выражается следующим образом:

$$V = 2\pi f A_0, \quad (6.4)$$

$$W = (2\pi f)^2 \cdot A_0. \quad (6.5)$$

Частота свободных колебаний f_0 системы равна

$$f_0 = (1/2\pi) \cdot \sqrt{c/m} \quad (6.6)$$

где c – скорость звука;

m - масса колеблющегося тела; $m = Q/g$;

g - ускорение силы тяжести ($9,81 \text{ м/с}^2$);

Q - вес колеблющейся массы.

Особый интерес представляет явление резонанса, при котором частоты вынужденных и свободных колебаний совпадают. Это вызывает резкое увеличение амплитуды колебаний (теоретически $A \rightarrow \infty$).

Свободные колебания представляют собой колебания, совершаемые системой при прекращении действия сил.

Длина волны определяется по формуле

$$\lambda = c/f = cT. \quad (6.7)$$

Скорость волны (в том числе и звука) зависит от упругих свойств среды, в которой она распространяется. В связи с этим скорость распространения волн в разных средах различная. Например, скорости волн в жидкости составляют 1500 м/с .

6.3 Виброзагрязнение грунтовой среды

Обычно источники вибрации располагаются на грунтовых основаниях или конструкциях, опирающихся на грунтовое основание. От источников упругие волны распространяются по грунтовой среде на значительные расстояния. Чем ниже частота вибрации, при равных прочих условиях, тем больше длина волн и расстояние их распространения.

В отличие от гармонических колебаний с постоянной амплитудой и частотой колебательные процессы являются более сложными. Они могут быть затухающими по амплитуде и с изменяющимися периодами.

Гармонические колебания - это равномерное движение проекции точки вдоль окружности вокруг какой-либо оси. Они являются периодическими. Это означает,

что по истечении одного периода или целого числа периодов времени точка приходит в то же положение, а ее скорость имеет то же значение.

Полигармонические колебания состоят из нескольких гармонических. Если периоды всех слагаемых колебаний соизмеримы, то общее движение, в конечном счете, будет периодическим; если эти периоды несоизмеримы, то движение будет почти периодическим.

Каждая из слагаемых гармонических колебаний называется гармоникой. Шесть гармоник (рисунок 6.2) при сложении дают кривую (рисунок 6.2,б).

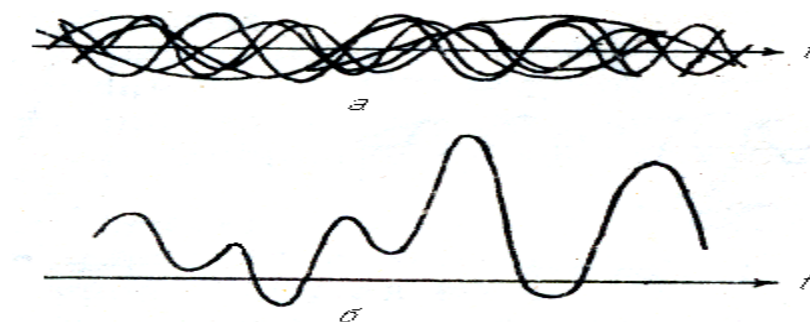


Рисунок 6.2. Полигармонические колебания:
а - разложенные на гармоники; б - сложенные

Совокупность частот всех гармоник, входящих в суммарное движение, называется спектром частот вибрационного процесса. В природных средах (воде, грунте, скальной породе и др.) обычно регистрируются полигармонические колебания с достаточно сложным спектром. В зависимости от характера возбуждения спектр может быть непрерывным, полосовым и дискретным.

Биения - это колебания, возникающие в результате двух гармонических колебаний с близкими периодами.

Затухающие колебания - это свободные колебания с убывающей (затухающей) амплитудой до полного успокоения.

6.4 Источники вибрации и шума

Источниками вибрации и шума являются транспорт, машины, оборудование, буровзрывные и другие работы [1, 21, 71, 128, 158, 161]. Загрязнение среды упругими колебаниями различной частоты и длины волн обусловлено:

- а) значительным увеличением единичной мощности различных видов машин и транспортных средств;
- б) внедрением новых, более производительных машин и устройств в промышленности;
- в) широким распространением машин, в системе которых полезную работу выполняют удар, взрыв и вибрации.

Термин “вибрация” (от лат. Vibrato - колебание) в русском языке имеет синонимы: сотрясение, дрожание, тряска. Он относится только к механическим колебаниям. Механические колебания - это повторяющиеся движения или

изменения состояния вокруг некоторого среднего значения. Принято считать, что основным признаком вибрации являются относительно малые отклонения тела или его точек от начального положения при механических колебаниях /128/. Другим признаком вибрации считается частота периодических перемещений, совершаемых телом или его точками в единицу времени. При колебаниях частота может быть очень низкой, при вибрациях - более высокой. Например, колебания судна при качке имеют большие отклонения и малые частоты, а вибрация обшивки судна - малые отклонения и высокие частоты.

Обычно вибрациям подвержены упругие тела - конструкции машин, оборудования, зданий и сооружений, грунт под фундаментами машин, через который на значительные расстояния распространяются упругие волны. Вибрациям подвержено и человеческое тело.

Шум - это тип механических колебаний. Он является порождением колебательного движения и характеризуется определенными параметрами и структурой. Упругая волна - это движение, при котором происходит распространение в пространстве любого возмущения. Вибрация и шум от источников распространяются в окружающей среде в виде волн, параметры которых изменяются в пространстве и времени.

Источники вибрации нередко порождают в средах волны, затухание которых зависит от расстояния их распространения (геометрическая диссипация), вязкости среды (диссипация в связи с внутренним трением) и изменением амплитуд колебаний источника. На объект - приемник колебаний - передается обычно два типа возбуждения от внешнего источника: силовое и кинематическое. Силовое возбуждение возникает при непосредственном действии внешнего источника. Возбуждение может быть периодическим, почти периодическим, произвольным и случайным во времени, а также импульсным (с затухающими колебаниями). Кинематическое возбуждение - это передача перемещений от волн на приемник колебаний, находящийся на волновом поле, наведенном на поверхность грунта источником колебаний. Приемниками колебаний могут быть люди или виброчувствительные объекты. Для обоих приемников уровень вибрации не должен превышать допустимых норм.

На стадии проектирования фундамента и конструкций под источники и приемники колебаний должна быть предусмотрена виброзащита, для чего необходима разработка элементов теории с прогнозированием параметров колебаний. Однако часто при проектировании не определяются уровни вибрации, и вопрос о виброзащите решается в эксплуатационный период - она рассчитывается по измеренному суммарному уровню вибраций. В этом случае получение исходных данных, естественно, упрощается, но проблема с виброзащитой усложняется, если уровни колебаний окажутся недопустимыми.

Чаще всего санитарно-гигиенические требования превалируют над техническими. Это объясняется большей чувствительностью к вибрациям человека, чем "неживых" объектов. Однако использование в современном промышленном производстве средств автоматизации, станков, машин, оборудования и технологий также предъявляет к ним и к их основаниям достаточно жесткие технические требования.

Параметры вибрации зависят от типов и конструктивных особенностей объектов - приемников колебаний: фундаментов и наземных частей зданий и сооружений. Поэтому очень важно иметь методику прогнозирования уровня вибраций на стадии проектирования, которая бы позволила надежно и достаточно просто оценивать параметры колебаний в зависимости от размеров конструкций.

При проектировании параметры вибрации должны регламентироваться следующими нормами: санитарно-гигиеническими и техническими для виброчувствительных машин и для строительных конструкций. Еще нечетко определено воздействие вибрации в зависимости от параметров на самочувствие людей. Установлены лишь общие пределы, за которыми самочувствие людей явно ухудшается. От механических колебаний снижается также прочность, устойчивость и долговечность зданий, конструкций, нарушается режим работы приборов и автоматических систем, контролирующих и регулирующих технологические процессы.

Установлено, что полностью исключить вибрацию и шум невозможно. Поэтому для людей и различных видов машин, приборов и технологий в каждом конкретном случае при проектировании важно установить пределы допустимых параметров этих воздействий.

6.4. Влияние вибрации и шума на людей и окружающую среду

Колебания человеческого тела не могут совпадать с колебаниями рабочей площадки или поверхности грунта. Вертикальная составляющая вибрации неблагоприятна для людей, работающих сидя, а горизонтальная – для людей, работающих стоя. Ухудшение зрительного восприятия происходит под действием вибраций в двух частотных диапазонах – от 25 до 40 Гц и от 60 до 90 Гц /7/. Действие вибрации на человека становится особенно опасным, если частоты колебаний приближаются к собственной частоте колебаний его тела (примерно 5 Гц). В этом случае не исключены даже механические повреждения организма.

Тело человека можно представить в виде кинематически изменяемой системы, отдельные части этой системы имеют собственные частоты колебаний 4 - 6 Гц – плечевой пояс, бедра и голова в положении человека стоя; 4 - 8 Гц - брюшная полость; 20 - 30 Гц – голова у человека в сидячем положении. Внутренние органы имеют собственную частоту колебаний в пределах 6 - 9 Гц. Воздействие вибраций на человека бывает двух видов:

- 1) непосредственное – при колебаниях всего тела или отдельных его частей;
- 2) косвенное (визуальное) – при колебании различных предметов, находящихся в поле зрения /7/.

Нормируются пока вибрации первого вида воздействия. Косвенные колебания способны оказывать психологическое действие на человека, и достаточно просто устранимы. Обычно мешают работе колебания гибких различных подвесок – трубопроводов, светильников или колебания громоздких плоскостных конструкций – транспарантов, оконных переплетов и др.

Непосредственное действие вибрации на человека проявляется в трех характерных видах:

- 1) общие колебания тела – человек находится на вибрирующем основании;
- 2) местные колебания – передаются на отдельные части или органы тела;
- 3) объемные колебания – человек находится в вибрирующей (пульсирующей) среде, и колебания от среды передаются на всю поверхность тела.

Например, колебания в водной среде передаются на погруженного в нее человека.

Степень наносимого человеку вреда определяется по амплитуде смещения, частоте, скорости, ускорению колебаний, направлению колебаний к геометрическим осям тела человека, длительности и условиям вибрационного воздействия и др.

Признаками вредного воздействия вибраций являются функциональные расстройства в организме человека, которые выражаются в изменении состояния основных процессов в центральной нервной системе - возбуждении, торможении и др.; в реакциях со стороны сердечно-сосудистой системы - изменение сердечной деятельности, утомление, появление болей в отдельных органах, тошнота и др.

Общие вибрации с частотой менее 0,7 Гц, обычно называемые “качкой”, не приводят к вибрационной болезни. Однако при длительном действии и высоких амплитудах смещений качка может вызвать “морскую” болезнь в связи с нарушением нормальной деятельности органов равновесия. В диапазоне частот менее 0,7 Гц тело человека и его органы движутся как единое целое, без взаимных перемещений.

Диапазон частот от 0,7 до 35 Гц называется докритическим. Однако это не означает, что вибрационная болезнь в этих условиях исключена. Она может быть обусловлена длительным вибрационным воздействием на человека и индивидуальными особенностями организма. Наиболее вероятные условия для появления и развития вибрационной болезни возникают при частотах колебаний от 35 до 250 Гц. Этот диапазон частот называют критическим. Очевидно, органы, которые регулируют центральную нервную систему, имеют резонансные частоты, находящиеся в этом пределе. При появлении симптомов вибрационной болезни прежде всего отмечают сдвиги физиологических функций. Они тем более выражены, чем выше уровень вибрации и продолжительность ее действия. Отмечаются также существенная неустойчивость артериального давления, учащение пульса и изменение сердечно-сосудистой деятельности в целом; часто возникают боли в мышцах, желудке и кишечнике. При импульсных воздействиях происходит понижение кровяного давления.

Вибрационная болезнь сопровождается нервными и сердечно-сосудистыми нарушениями: пальцы рук при охлаждении немеют, синеют и бледнеют, появляются суставные боли. Часто также возникают головные боли, бессонница, повышенная утомляемость и раздражительность. В производственных условиях указанные отклонения в организме могут приводить к нечеткости исполнения технологических операций, влекущей за собой несчастные случаи или аварии.

Вредное влияние шума на человеческий организм известно с древности. Римский сатирик Ювенал писал, что в столице “трудно было заснуть – скрип, грохот обозов на узких улицах-извивах, брань возниц мешали сну, раздражали. Большая часть больных умирает от бессонницы” /6/. Для снижения шума в средневековых городах каменные мостовые у жилых домов устилали соломой.

В Англии до сих пор действует Постановление XVII в., по которому запрещается мужьям бить жен с 9 ч вечера до 6 ч утра, чтобы шум и крики не нарушали покоя граждан.

Немецкий врач и естествоиспытатель Парацельс (1493-1541) в сочинении “О болезнях рабочих и рудокопов” описал профессиональные заболевания людей, занятых добычей, плавкой и обработкой металлов. В нем анализируются и ушные болезни.

Создателем теории о профессиональных заболеваниях считается итальянский врач Бернардио Рамаццини (1633-1714). В труде “Рассуждения о болезнях ремесленников” (1700) он впервые подробно описал заболевания людей 40 различных профессий, в том числе заболевания органов слуха. По его наблюдениям, рабочие становились тугоухими, а затем глухими от сильного стука и шума при обработке руды. Причину глухоты он объяснял “потерей барабанной перепонкой своего нормального напряжения”.

Бурный рост промышленности способствовал развитию науки о шуме и последствиях его воздействия на людей. В 1868 г. немецкий физик-естествоиспытатель Г. Гельмгольц обосновал первую теорию слуха (теория Гельмгольца). С этого времени начались исследования различных проблем, связанных с шумовой тугоухостью людей, занятых на вредных для здоровья производствах (кузнецов, клепальщиков, котельщиков и др.). В России в 1922 г. был издан Декрет о санитарных органах республики. На его основе функционирует профилактическая служба, которая уделяет большое внимание защите человека от шума. В последние десятилетия защита от шума становится одной из актуальнейших проблем для всех стран мира.

6.5 Нормирование вибраций

С точки зрения санитарно-гигиенических условий устанавливаются такие допустимые нормы вибраций, при которых не возникает стойких патологических отклонений и “вибрационной” болезни, поражающей нервную, сердечно-сосудистую и двигательную системы, вызывающей рассеивание внимания, снижение функциональных возможностей человека, повышение его утомляемости. В связи с этим поставлена фундаментальная задача по исследованию системы машина - окружающая среда - человек. Эти исследования широко ведутся как в нашей стране, так и за рубежом в рамках крупных международных программ, например по Программе ЮНЕСКО, при участии специалистов различных отраслей науки и техники.

В России с 1955 г. действуют Санитарные нормы и правила по ограничению вибрации (626-66, 627-66) /77, 78, 87/. В настоящее время параметры колебаний регламентируются также требованиями ГОСТ 12.1.012-78 “Системы стандартов безопасности труда. Вибрация. Общие требования безопасности” для рабочих мест в производственных помещениях и “Санитарными нормами допустимых вибраций в жилых домах” № 1304-75. Между СН 245-71 и ГОСТ 12.1.012-78 практически нет разницы. В указанных регламентирующих документах предусмотрены предельно допустимые величины общей вибрации в

абсолютных (см/с) или относительных (децибелы) значениях скорости по наиболее распространенному в практике спектру частот (до 355 Гц), который включает шесть октавных частотных полос. Для каждой октавной полосы установлены предельно допустимые значения среднеквадратической виброскорости, или амплитуды перемещений, связанных с работой машин в среде, контактирующей с человеком.

Таблица 6.1 Воздействие гармонических колебаний на людей в зависимости от скорости при амплитудах колебаний не более 1 мм

Воздействие колебаний	Частота, Гц*					
	<u>2</u> 1,1-2,8	<u>4</u> 2,8-5,6	<u>8</u> 5,6-11,2	<u>16</u> 11,2-22,4	<u>61,5</u> 22,4-45	<u>63</u> 45-90
Не ощутимы	<u>81</u> 84,1-78,1	<u>75</u> 78,1-72,1	<u>69</u> 72,1-67,1	67,1	67,1	67,1
Слабо ощутимы	<u>93,1</u> 96,2-90,2	<u>87</u> 90,2-84,1	<u>81,1</u> 84,1-79,1	79,1	79,1	79,1
Хорошо ощутимы	<u>103</u> 106,1-100,1	<u>97</u> 100,1-94	<u>91</u> 94-89	89	89	89
Сильно ощутимы (мешают)	<u>113,1</u> 116,2-110,2	<u>107</u> 110,2-104,1	<u>101,1</u> 104,1-99,1	99,1	99,1	99,1
Вредны при длительном воздействии	<u>121,1</u> 124,1-118,1	<u>115</u> 118,1-112,1	<u>109</u> 112,1-107,1	107,1	107,1	107,1
Безусловно вредны	121,1	115	109	107,1	107,1	107,1

В соответствии с методикой ГОСТ 12.1.012-90 и работами /52, 77, 78/ влияние колебаний на человека рассматривается независимо в каждой октавной полосе. Поэтому суммируются параметры только таких гармонических составляющих, частоты которых не выходят за границы данной октавной полосы.

Ощущение вибраций человеком можно оценить по данным таблицы 6.1, а допустимые параметры колебаний рабочих мест в производственных помещениях – по таблице 6.2 /7, 25/. Допустимые параметры в таблице 6.2 относятся к колебаниям, действующим в течение восьмичасового рабочего дня. Если в течение восьмичасового рабочего дня вибрации действуют на человека в общей сложности:

* В числителе - среднегеометрические, в знаменателе - граничные частоты октавных полос.

- 1) менее четырех часов, то абсолютные значения допустимых параметров увеличиваются в 1,4 раза (на 3 дБ);
- 2) менее двух часов – значения увеличиваются в 2 раза (на 6 дБ);
- 3) менее часа – в 3 раза (на 9 дБ).

Для жилых помещений допустимые уровни колебаний определяются по нормам № 1304 – Минздрава РФ (таблица 6.3). Здесь также принят принцип независимости влияния колебаний на человека в различных октавах.

Таблица 6.2 Допустимые параметры колебаний на рабочих местах в производственных помещениях

Частота октавных полос, Гц*	Частота, Гц	Амплитуда а смещения, мм	Среднеквадратичные скорости колебаний	
			мм/с	дБ
2 <hr/> 1,4 -2,8	1,4	3,11	11,2	107
	1,6	2,22		
	2,0	1,28		
	2,5	0,73		
	2,8	0,61		
4 <hr/> 2,8 -5,6	3,2	0,44	5	100
	4,0	0,28		
	5,0	0,16		
	5,6	0,13		
8 <hr/> 5,6 -11,2	6,3	0,09	2	92
	8,0	0,056		
	10,0	0,045		
	11,2	0,041		
	12,5	0,036		
16 <hr/> 11,2-22,4	16,0	0,028	2	92
	20,0	0,0225		
	22,4	0,020		
31,5 <hr/> 22,4 - 45	25,0	0,018	2	92
	31,5	0,014		
	40,0	0,0113		
	45,0	0,0102		
63 <hr/> 45-90	50,0	0,009	2	92
	63,0	0,0072		
	80,0	0,0056		
	90,0	0,005		

* В числителе - среднегеометрические, в знаменателе - граничные частоты.

Допустимый уровень колебаний в дневное время (с 7 до 23 ч) выше, чем в ночное на 5 дБ. По ГОСТ 12.1.012-90 вибрации нормируются так же отдельно для каждой октавной полосы спектра частот. Кроме того, устанавливаются зависимости между вибрационными параметрами и падением производительности труда, степенью утомляемости, притуплением внимания и др. Указанные зависимости носят в большей степени социальный характер, хотя и рассматривается влияние колебаний на здоровье человека.

Таблица 6.3 Допустимые нормативные уровни колебаний в жилых помещениях, дБ

Параметр	Среднегеометрические частоты октавных полос, дБ					
	2	4	8	16	31,5	63
Скорость колебаний, L_v	79	73	67	67	67	67
Ускорение колебаний, L_w	25	25	25	31	37	43
Смещение колебаний, L_s	133	121	109	103	97	91

Таблица 6.4 Допустимая длительность St воздействия повышенных вибраций

L_v , дБ	Превышение санитарных норм, К раз	St, мин
0	0	480
1	1,12	400
2	1,26	320
3	1,41	240
4	1,58	200
5	1,78	160
6	2	120
7	2,24	100
8	2,51	80
9	2,80	60
10	3,15	50
11	3,55	40
12	4	30
13	4	Работа запрещена

В санитарно-гигиенических нормах заложена лишь качественная оценка характера физиологического воздействия вибрации на людей. Однако это позволяет уже на стадии проектирования объектов наметить мероприятия и принять конструктивные решения, обеспечивающие необходимую охрану здоровья людей.

Допустимые параметры вибрации разрешается превышать при их воздействии менее 8 ч. Ю.В. Васильев и Я.Г. Готлиб предлагают нормировать коэффициенты увеличения уровней виброскорости (К) для моно гармонических вибраций в зависимости от допустимой суммарной длительности вибрации за восьмичасовую рабочую смену (St) в административных, производственных и служебных помещениях (таблица 6.4). В связи с этим возможно сблизить допустимые параметры санитарных и технических норм для строительных конструкций, сделать их более рациональными и экономически выгодными.

6.6 Нормирование шума

Нормы шума устанавливаются исходя из гигиенических и технических требований [21, 71, 85, 87-89]. Гигиенические требования определяют нормы шума на рабочих местах, на селитебных территориях, в помещениях жилых и общественных зданий. В нормах предусмотрены условия труда и жизни человека, не вызывающие заболевания людей и не мешающие их нормальной жизни и трудовой деятельности. Эти нормы разработаны в результате исследований в области физиологической акустики, изучающей воздействие шума на человеческий организм.

Технические требования нормируют источники и приемники шума. В качестве источников могут быть различные машины и оборудование. Нормы для них не зависят от условий эксплуатации. Однако оценка шумовых характеристик позволяет сравнивать однотипное оборудование с точки зрения его шумности, проводить акустические расчеты по определению уровней шума в местах его приема и еще на стадии проектирования разрабатывать мероприятия по снижению этих уровней.

К техническому нормированию относится также установление допустимых уровней шума при нормальной технической эксплуатации различных звукочувствительных устройств и специальных помещений, например, радио- и телестудий, концертных и театральных залов и др.

В зависимости от слухового восприятия человека звуком (шумом) называют упругие колебания в диапазоне частот от 16 – 20 до 20000 Гц. Колебания с частотой ниже 16 Гц называют инфразвуком, колебания в диапазоне частот от 20000 Гц до $1 \cdot 10^9$ Гц – ультразвуком, выше $1 \cdot 10^9$ Гц – гиперзвуком.

Область слухового восприятия человека по частоте находится в диапазоне 16-20000 Гц. Диапазоны слышимого звука делятся условно на три интервала - тона: 20-300 Гц – низкий, 300-3000 Гц – средний, 3000 – 20000 Гц – высокий.

Санитарное нормирование представляет собой компромисс между гигиеническими требованиями и техническими возможностями производства. Допустимые шумовые характеристики регламентируются: для рабочих мест – ГОСТ 12.1.003-83, жилых помещений – ГОСТ 12.1.036-81, территорий различного хозяйственного назначения – ГОСТ 22283-88, а допустимые характеристики ультразвука – ГОСТ 12.1.001-89.

Нормируемой шумовой характеристикой является уровень звукового давления L дБ в октавных полосах со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Гц. Уровень звукового давления измеряется шумомером в соответствии с ГОСТом 17187-81. Допустимые уровни звука для рабочих мест приводятся в таблице 6.5.

Министерством здравоохранения РФ разработаны и утверждены “Гигиенические рекомендации по установлению уровней шума на рабочих местах с учетом напряженности и тяжести труда”. В них установлены четыре категории напряженности труда, для которых определены допустимые уровни звука: для I категории – 80 дБ; II – 70 дБ; III – 60 дБ; IV – 50 дБ. Рекомендуемый оптимальный уровень шума при различном характере трудовой деятельности на

рабочих местах приведен в таблице 6.6. Простейшим способом снижения уровня шума является создание разрывов между источниками и приемниками шума (таблица 6.7).

Нормирование ультразвука на рабочих местах в России начато с 1976 г. В настоящее время требования к ультразвуку регламентируются ГОСТ 12.1.001-89. Источником ультразвука является производственное оборудование, в котором генерируются ультразвуковые колебания, участвующие в технологическом процессе, а также оборудование, при эксплуатации которого ультразвук возникает как сопутствующий фактор. Обычно ультразвуком считают колебания с частотой 16000 Гц. Но нормируются более низкие частоты, чтобы можно было учесть постепенный переход от звуковых к ультразвуковым колебаниям. ГОСТ 12.1.001-89 установлены допустимые уровни ультразвука на рабочих местах: при частоте 12500 Гц – 80 дБ, при 16000 – 90, при 20000 – 100, при 25000 – 105, при 31500 Гц – 110 дБ.

В промышленности и на транспорте широко распространен инфразвук – звуковые колебания с частотой ниже 16 Гц. Инфразвук нормируется с 1980 г. Он регламентируется “Гигиеническими нормами инфразвука на рабочих местах” (1981): при частоте 2 Гц – 110 дБ; 4 – 108; 8 – 106,5; 16 – 105; 31,5 Гц – 102 дБ.

Порядок расчета и формулы для расчета шума в пределах жилого массива приведены нами в разделе 8.4.

Таблица 6.5 Допустимые уровни шума на рабочих местах, дБ

Рабочие места	Среднегеометрические частоты, Гц								A _{доп} или L _{экв.} доп
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Вычислительные центры, КБ, теоретические лаборатории, здравпункты	71	61	54	49	45	42	40	38	50
Управление, рабочие комнаты	79	70	68	63	55	52	50	49	60
Участки точной сборки, машбюро, кабинеты наблюдений и дистанционного управления с телефонной связью	83	74	68	63	60	57	55	54	65
Экспериментальные лаборатории, шумные агрегаты ЭВМ, кабины наблюдений и дистанционного управления без телефонной связи	94	87	82	78	75	73	71	70	80
Постоянные рабочие места и зоны в производственных помещениях на территории предприятий	99	92	86	83	80	78	76	74	85

Таблица 6.6 Рекомендуемые уровни шума

Вид трудовой деятельности	Степень напряженности	Рекомендуемые уровни, дБ (А)
Выработка концепций, новых программ; творчество, преподавание	IV	40
Руководство производством	IV	50
Умственная работа, требующая сосредоточенности	III	55
Умственная работа с оперативными и управленческими функциями	III	60
Умственная оперативная работа по точному графику и инструкциям	II	65
Физическая работа, связанная с точностью, сосредоточенностью или периодическим слуховым контролем	II	80

Задание 6*

Используя формулы и порядок определения шума в пределах жилого массива, приведенные в приложении, выполнить расчеты и дать рекомендации по защите от шума. Если нормы шума по первоначальным расчетам в пределах жилого массива или другого приемника шума не достигаются, необходимо выполнить дополнительные расчеты и дать рекомендации по какому-то действию, вплоть до достижения норм.

Отчет по выполняемой работе: составить таблицу, включающую расчеты ожидаемых уровней шума в сравнении с предельными допустимыми уровнями шума на территории жилой застройки, план мероприятий по снижению шума в городской застройке, подкрепленный обоснованием и дополнительными расчетами.

Таблица 6.7 Минимальное расстояние от границы промпредприятий до зданий разного назначения (по Г.Л. Осипову, 1987)

Уровень звука на границе, дБ(А)	Минимальное расстояние, м		
	до больниц и санаториев	до жилых зданий	до гостиниц и общежитий
40	-/15	-/-	-/-
50	15/50	-/15	-/-
60	50/170	15/50	-/25
70	170/565	50/170	25/95
80	565/1870	170/565	95/310
90	1870/9700	565/1870	310/1030

Вариант 1. Уровень шума на территории завода железобетонных изделий,

* При выполнении заданий использовать материал 6-й и 8-й глав.

измеренный на расстоянии 7 м от крайнего к ограде источника шума, равен 85 дБ (А). Объект шумозащиты – жилой дом на границе санитарно-защитной зоны. Предприятие 4-го класса. На территории санитарно-защитной зоны имеется газон, но естественных и искусственных экранов нет.

Вариант 2. Уровень шума на территории машиностроительного завода, измеренный на расстоянии 3 м от ближайшего к ограде предприятия источника шума, равен 79 дБ (А). Объект шумозащиты – жилой дом на границе санитарно-защитной зоны. Предприятие 5-го класса. На территории санитарно-защитной зоны - открытый грунт и защитная лесопарковая полоса в 2 ряда деревьев, искусственного экрана нет.

Вариант 3. Уровень шума на территории домостроительного комбината, измеренный на расстоянии 5 м от ближайшего к ограде комбината источника шума, равен 86 дБ (А). Объект шумозащиты – жилой дом на границе санитарно-защитной зоны. Защитная полоса в 1 ряд деревьев, искусственного экрана нет. Предприятие 4-го класса.

Вариант 4. Уровень шума на территории автомобильного хозяйства, измеренный на расстоянии 7 м от ближайшего к ограде автостанции источника, равен 70 дБ (А). Объект шумозащиты – жилой дом, расположенный на расстоянии 40 м от предприятия. Санитарно-защитной зоны и экранов нет.

Вариант 5. Уровень шума на территории станкостроительного завода, измеренный на расстоянии 5 м от крайнего к ограждению источника шума, равен 92 дБ (А). Приемник шума – жилой дом на границе санитарно-защитной зоны. Предприятие отнесено к 4-му классу. На территории санитарно-защитной зоны имеются лесопосадки из двух рядов деревьев с сомкнутыми кронами и полоса кустарника между ними. Остальная территория зоны превращена в газон.

Вариант 6. Уровень шума на территории завода “Радиатор”, измеренный на расстоянии 4 м от ближайшего к ограде предприятия источника шума, равен 76 дБ (А). Предприятие 5-го класса. Объект шумозащиты – жилой дом, расположенный на границе санитарно-защитной зоны, где есть открытый грунт. Экранов нет.

Вариант 7. Уровень шума на территории комбината строительных материалов, измеренный на расстоянии 7 м от ближайшего к ограде комбината источника шума, равен 72 дБ (А). Объект защиты – жилой дом на границе санитарно-защитной зоны. Предприятие 4-го класса. Грунт открытый. Экранов нет.

Вариант 8. Уровень шума на территории электромашиностроительного завода, измеренный на расстоянии 3 м от ближайшего к ограде завода источника шума, равен 80 дБ (А). Объект шумозащиты – жилой дом на расстоянии 50 м от завода. Санитарно-защитная зона не оборудована, искусственных экранов нет.

Вариант 9. Уровень шума на территории завода железобетонных изделий, измеренный на расстоянии 4 м от ближайшего к ограде завода источника шума, равен 75 дБ (А). Объект шумозащиты – жилой дом на расстоянии 50 м от завода. Санитарно-защитная зона не оборудована, экранов нет.

Вариант 10. Уровень шума на территории дробильного цеха завода по производству щебня для строительства автодорог, измеренный на расстоянии 7 м от ближайшего источника шума, равен 120 дБ (А). Объект шумозащиты – жилой дом, находящийся в 100 м от завода. Санитарно-защитная зона не оборудована. Ограда предприятия сплошная, высота 2,5 м.

Вариант 11. Уровень шума на территории стадиона, измеренный у ограды на расстоянии 5 м от спортплощадки во время игр, равен 86 дБ (А). Объект шумозащиты – жилой дом, находящийся в 40 м от ограды стадиона. Зеленых насаждений нет, открытый грунт. Высота забора 2 м.

Вариант 12. Уровень шума, измеренный на расстоянии 7 м от автомагистрали, равен 78 дБ (А). Объект шумозащиты – жилой дом, находящийся в 30 м от автомагистрали. Экрана нет. Защитная лесопарковая полоса в 2 ряда деревьев, газон.

Вариант 13. Уровень шума на территории завода бурового оборудования, измеренный на расстоянии 3 м от ближайшего к ограде источника шума, равен 82 дБ (А). Объект шумозащиты – жилой дом на границе санитарно-защитной зоны завода (5-й класс), зеленая полоса деревьев из 2 рядов, кроны не сомкнуты, газон. Других экранов нет.

Вариант 14. Уровень шума на территории автопредприятия, измеренный на расстоянии 5 м от ближайшего к ограде предприятия источника шума равен 76 дБ (А). Объект шумозащиты – жилой дом, расположенный в 50 м от предприятия. В санитарно-защитной зоне находится газон. Экранов нет.

Вариант 15. Уровень шума на территории завода “Инвертор”, измеренный на расстоянии 7 м от ближайшего к ограде предприятия источника шума, равен 72 дБ (А). Объект шумозащиты – жилой дом на расстоянии 45 м от предприятия. В санитарно-защитной зоне голый грунт. Экранов нет.

Вариант 16. Уровень шума на территории завода стройиндустрии, измеренный на расстоянии 3 м от ближайшего к ограде завода источника шума, равен 83 дБ (А). Объект шумозащиты – жилой дом на расстоянии 70 м от завода. Санитарно-защитная зона не оборудована. Экранов нет.

Вариант 17. Уровень шума на территории предприятия по производству строительного щебня, измеренный на расстоянии 7 м от ближайшего к ограде предприятия источника шума, равен 125 дБ (А). Объект шумозащиты – жилой дом, расположенный в 100 м от ограды предприятия. Ограда предприятия состоит из сплошных панелей высотой 3 м. Санитарно-защитная зона не оборудована.

Вариант 18. Уровень шума на территории концертно-спортивного комплекса, измеренный в 5 м от стены комплекса во время спортивных и зрелищных мероприятий, равен 92 дБ (А). Объект шумозащиты – жилой дом, находящийся в 60 м от комплекса. Грунт наполовину открытый, наполовину асфальтированный. Высота сплошного забора 3 м.

Вариант 19. Уровень шума, измеренный на расстоянии 7 м от дороги, равен 81 дБ (А). Объект шумозащиты – жилой дом, находящийся в 50 м от дороги. Лесозащитная полоса с сомкнутыми кронами из 3 рядов деревьев. Других экранов нет. Остальной грунт голый.

Вариант 20. Уровень шума на территории завода транспортных прицепов, измеренный на расстоянии 5 м от ближайшего к ограде источника шума, равен 102 дБ (А). Объект шумозащиты – жилой дом, расположенный на границе СЗЗ завода 4-го класса. Полоса деревьев из 4 рядов с сомкнутыми кронами и с кустарниками в междурядье. Остальная часть санитарно-защитной зоны - газон. Других экранов нет.

7 Геоэкологические проблемы автомобильных дорог

7.1 О сети автомобильных дорог ^{х)}

7.1.1 Общие сведения

Автомобильные дороги и автомобили имеют большое значение для экономики. На автомобильные дороги приходится более 80 % перевозок (товаров и людей). Использование автомобиля повлияло на рост производительности труда, на расширение рынка и развитие туризма. Дороги тесно связаны с процессами урбанизации. Население больших городов может работать далеко от дома, выбирать любые магазины и школы для детей и т.д. Появились новые возможности для передвижения, не известные в прошлом. Дорога и автомобиль улучшили качество жизни. /129/. Но с ними связаны и негативные моменты. Усилился парниковый эффект, вследствие выбросов углекислого и других газов, заторов движения на дорогах возникли пробки и участились дорожно-транспортные происшествия. Появились и другие проблемы:

- обеспечение автомобилей разнообразными двигателями и горючим;
- наряду с бензином в качестве горючего используется природный газ, дизельное топливо, спирт, водород, развиваются электромобили;
- автомобиль стал заметным фактором развития парникового эффекта. Загрязнения только углекислым газом составляют 10-15 % от загрязнений тепловых электростанций и промышленных предприятий /15/;
- растет число транспортных происшествий, которые невозможно исключить.

В развитых странах движение на дорогах за последнее время удвоилось, а число несчастных случаев сократилось на 50 %. Для решения этой проблемы должна быть усовершенствована сеть автомагистралей. /98/. Перенасыщение автомобильных дорог транспортом (образование «пробок») увеличивает стоимость перевозок только на 3 %. В будущем число автомобилей на дорогах будет расти. Поэтому необходимо опережающее развитие сети автомобильных дорог. Число автомобилей в 1900 году на всех дорогах мира было 8000, в настоящее время их насчитывается более 800 миллионов, а к 2050 году ожидается около 2 миллиардов /129/. Это основной фактор, который ориентирует дорожных специалистов на прогрессивные разработки в области проектирования, строительства и содержания автомобильных дорог.

Геоэкологические проблемы строительства и эксплуатации автомобильных дорог проиллюстрируем на примере Оренбургской области /98/. Общая протяженность здесь автомобильных дорог составляет 21760 км. 14648 км автодорог имеют твердое покрытие, в т.ч. 5993 км – с усовершенствованным покрытием, а остальные являются грунтовыми (таблица 7.1). Автомобильные дороги делят на федеральные, местные, территориальные и ведомственные. Дороги федерального значения обслуживаются областным управлением. Они имеют усовершенствованное твердое покрытие и протяженность 398 км. Эти дороги

соединяют Оренбургский, Илекский, Бузулукский, Тоцкий, Сорочинский, Новосергиевский и Переволоцкий районы.

Таблица 7.1 Состояние сети автомобильных дорог Оренбургской области на 2001 год

Наименование	Единицы измерения	Всего учтено дорог	В том числе		
			Федеральные*	Территориальные	Ведомственные
Всего автодорог	км	21760	472	13419	7869
из них: с твердым покрытием	км	14648	472	12464	1712
В т. ч.: с усовершенствованным	км	5993	472	5083	438
с переходным	км	8655	-	7381	1274
с грунтовым	км	7112	-	955	6157

- Часть федеральных дорог области не обслуживаются ею.

Автомобильные дороги территориальные с твердым покрытием имеют протяженность 12464 км, а 955 км являются грунтовыми. Протяженность автодорог области растет из года в год (таблица 7.2).

Таблица 7.2 Развитие сети автодорог общего пользования

Показатели	Показатели из баланса Оренбургавтодора						
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Протяженность автомобильных дорог общего пользования, тыс. км							
Всего	12231	13040	13639	13788	13803	13823	13839
в т.ч. с твердым покрытием	11671	12152	12578	12758	12821	12829	12962
из них с усовершенствованным	4725	4879	5045	5236	5349	5279	5481
с переходным	6946	7273	7533	7522	7419	7389	7481
Доля от общей протяженности автодорог, %							
Дорог с твердым покрытием	95,4	93,1	92,2	92,5	92,8	92,9	93,7
Дорог с грунтовым покрытием	5,6	6,9	7,8	7,5	7,2	7,1	6,3

Общая протяженность дорог общего пользования возрастает ежегодно к уровню 1995 года на 2-2,5 % но доля дорог с твердым покрытием к 2001 году при этом несколько уменьшилась с 95,4 % до 93,7 %, а доля грунтовых дорог выросла с 5,6 % до 6,3 %. Это произошло в основном за счет приема ведомственных дорог, не отвечающих нормативным требованиям.

Удельный вес ведомственных дорог в 2001 году составил 36,1 %, что соответствует средним значениям по РФ (37 %). Они включают 1712 км дорог с твердым покрытием в т.ч. 438 км с усовершенствованным покрытием, 1274 км с переходным, 6157 км грунтовых. По принадлежности автодороги Оренбургской области распределяются следующим образом: федеральные – 2,2 %, территориальные – 61,7 % и ведомственные – 36,1 %

На 1 января 2002 года протяженность автомобильных дорог общего пользования с твердым покрытием составила 105 на 1000 км² территории и 5,83 на 1000 жителей (таблица 7.3). В сравнении с другими регионами России область обеспечена автомобильными дорогами относительно неплохо.

Минимальная плотность дорог для обеспечения хозяйственных и пассажирских связей освоенных территорий по зарубежным меркам должна составлять 200 – 300 км на 1000 км². Россия уступает странам с развитой рыночной экономикой по плотности на единицу площади в 5-30 раз, а на 1000 жителей в 3-10 раз.

Таблица 7.3 Обеспеченность автомобильными дорогами по регионам России

Показатели	Россия, 2001г.	Оренбургская область 2001	Рязанская область 1999	Свердловская область 1998
Автодороги с твердым покрытием, км				
На 1000 км ²	33,3	105	161,4	50,9
На 1000 чел.	3,9	5,83	5,03	2,1
Доля населенных пунктов, не обеспеченных дорогами	33,96	4,2	31,25	24,3

Техногенная нагрузка на окружающую среду возрастает не только вместе с ростом протяженности автомобильных дорог, но и вместе с увеличением автомобильного парка. Прирост парка в Оренбургской области весьма значителен: в 1997 г – 360 тыс. шт. автомобилей, 1998 г – 350 тыс., 1999 г – 347 тыс. и в 2000 г – 357 тыс. шт. автомобилей. При этом наметился рост грузовых автомобилей, что, естественно, влечет за собой более значительные деформации дорожного покрытия. В результате экспериментов установлено, что удвоение осевой нагрузки, влечет за собой шестнадцатикратное увеличение разрушающего воздействия автомобиля на дорожное полотно. Только парк грузовых автомобилей индивидуальных владельцев увеличился в последние годы более чем на 20 тыс. единиц.

От геоэкологического и технического состояния системы автомобиль–дорога–окружающая среда зависит качество жизни населения и безопасность движения на автодорогах Оренбургской области. Для обеспечения безопасности необходимо ликвидировать **потенциально** аварийные участки, на автодорогах. Факторы, их порождающие делятся на две группы: 1 – технические, 2 –

топологические. К первым относятся переезды, ветхие деревянные мосты, а также участки концентрации дорожно-транспортных происшествий (ДТП).

По тяжести последствий от ДТП, Россия и Оренбургская область превзошла в 3-15 раз развитые страны. Количество ДТП за 2000 г в области увеличилось по сравнению с 1997 годом по данным ГИБДД почти на 2 %, а общее количество пострадавших возросло на 7,4 %. Основные причины: скользкое покрытие, плохое состояние обочин, отсутствие тротуаров, ограждений, плохая видимость.

7.1.2 Транспортная емкость экономики

Транспортируемость – это одна из важнейших синтетических характеристик экономической жизни региона. Прогрессивная тенденция заключается в том, что, грузопотребность экономики монотонно падает, отражая влияние научно-технического прогресса на транспорт и производительные силы, а пассажиропотребность монотонно возрастает, отвечая росту подвижности населения и его доходов. В Оренбургской области, как и в России, наоборот растет грузопотребность. Динамика же пассажиропотребности соответствует мировым тенденциям. Наблюдается монотонный рост этого показателя /98, 129/.

Основной объем перевозок грузов в области сохраняется за железнодорожным транспортом. Он обеспечивает 72,4 % от общего объема перевозок против 27,6 % автомобильного транспорта (таблица 7.4). В России же лидером является автомобильный транспорт. В области при оценке роли видов транспорта в создании условий жизнедеятельности, наблюдается парадокс: доля автотранспорта и дорог составляет почти 87 %, тогда как железных дорог всего 13 %.

Несоответствие объемов перевозок и показателей территориальных по доступности подчеркивает важность принципа не нарушать приоритетность интересов территории и ее жителей. Следует так же иметь в виду обстоятельства, подтверждающие решающую роль автомобильных дорог в создании нормальных условий жизнедеятельности:

- транзитный характер значительной части железнодорожных перевозок;
- транспортные проблемы населения решаются за счет роста численности легковых автомобилей, так как общественный транспорт не может обеспечить требуемого уровня подвижности населения и комфортности поездок. Это ведет к дальнейшему росту движения на дорогах.

Положения должны быть закреплены законодательно и поддержаны в финансовом отношении. Поскольку железнодорожный транспорт в значительной мере выполняет федеральные функции, то он должен финансироваться преимущественно из федеральных источников. Видимо, также должен развиваться воздушный транспорт, который может и должен внести свой вклад в создание транспортных условий жизнедеятельности населения области.

Таблица 7.4 Структура объема перевозок грузов и пассажиров в Оренбургской области по видам транспорта, %

Показатели	1990	1995	1997	1999	2000	
Структура транспортных перевозок по объему						
Автомобильный	58,4	47,2	33,1	28,0	27,6	
Железнодорожный	41,3	52,8	66,9	72,0	72,4	
Воздушный	0,3	-	-	-	-	
Всего	100	100	100	100	100	

Авторы «Белой книги» делают следующие выводы:

- 1) учитывая состояние транспортно-коммуникационной сети, необходимо обеспечить приоритетность капитальных вложений в развитие автомобильных дорог в следующих районах области: Асекеевском, Акбулакском, Александровском, Тюльганском, Матвеевском, Абдулинском;
- 2) повышение уровня развития дорожной сети и улучшение транспортной доступности на 1 час в условиях Оренбургской области приводит в среднем к снижению преступности на 10 %. Эти выводы – результат работы экспертной системы «Геораком»;
- 3) оптимизация транспортной сети обеспечивает экономию топлива: бензина – 26,56 млн. литров, дизельного топлива – 25.3 млн. литров. Ежегодная выгода всех пользователей дорог составит около 444 млн. рублей;
- 4) выполнение программы автодорожного строительства и развития транспорта обеспечит достижение Минимального транспортного стандарта, соответствующего качеству жизни индустриальных стран – типа Южной Кореи к 2015 г, и развитых стран первой очереди (12000 тыс. долларов на 1 чел.), типа Португалии – к 2030 г. (таблица 7.5).

7.2 Работоспособность дорожных одежд

7.2.1 Основные понятия и определения

Асфальтобетонные покрытия являются преобладающим типом для капитальных дорожных покрытий. Протяженность дорог с таким типом покрытия составляет более 80 %, а в развитых странах – до 95 % от общей протяженности дорог. Эффективность работы автомобильного транспорта непосредственно зависит от технического уровня и эксплуатационного состояния дорог и их дорожных одежд. Поддержание дорожных одежд в нужном состоянии тесно связано с проблемой обеспечения их работоспособности, что является комплексной народнохозяйственной, научно-технической и геоэкологической проблемой, имеющей важное социальное значение. Существует прямая связь обеспечения работоспособности дорожных одежд с вопросами повышения их качества и надежности. Интенсификация экономики предъявляет все более высокие требования к качеству и работоспособности автомобильных дорог и их дорожных одежд. Требуемые показатели их прочности, ровности и сцепления

должны обеспечиваться в течение нормативного срока службы до капитального ремонта. Для решения данной задачи устанавливают закономерности

Таблица 7.5 Реализация Минимального транспортного стандарта при выполнении программы развития дорожной сети Оренбургской области.

Показатель - ориентир	Рекомендуемое значение	Фактическое значение	Расчетное значение	% достижения стандарта
1. Доля транспорта в загрязнении окружающей среды, %	< 12,0	63,9	10,0	100,0
2. В т.ч. «вклад» автотранспорта в суммарном транспортном загрязнении, %	< 8,0	94,6	66,0	100,0
3. Надежность дорожного обеспечения (уровень транспортной доступности), %	> 81,0	137,3	239,7	100,0
4. Уровень транспортной дискриминации населения по эпизодическим связям, %	< 4,0	57,7	39,2	60,0*
5. Удельный потерянный фонд свободного времени (на 1 чел. в неделю), ч	< 2,00	0,21	-2,00	100,00
6. Уровень ДТП по вине авто-дорог ед/100000 поездок	< 0,87	0,46	0,10	100,00
7. Грузоёмкость экономики, ткм/1 USD BBП	2,35	0,41	0,10	100,00
8. Ежегодная подвижность населения с социально-культурными целями,	100,00	64,80	100,00	100,00
9. Соотношение затрат на инфраструктуру и подвижной состав, %	70,0/30,0	70,0/30,0	70,0/30,0	100,0
10. Уровень дорожной проницаемости, %	75,0	68,8	87,0	100,0
11. Уровень пространственного единства региона, %	95,0	86,0	95,0	100,0
12. «Рентабельность» дорожного хозяйства, %	> 0,6	1,22	1,3	100,0

Примечание: программа рассчитана на 30 лет /1,13.16 /

изменения показателей дорожной одежды во времени и, прежде всего, прочности дорожной одежды. Показатель прочности количественно характеризует темп изменения ровности дорожной одежды во времени при увеличении расчетной нагрузки. /10/. Ровность дорожной одежды, измеренная в разные моменты времени, позволяет оценивать прямо или косвенно:

- качество строительства;
- наличие или отсутствие требуемого запаса прочности;

– истечение срока службы дорожной одежды (до капитального ремонта). Следовательно, изменение ровности дорожной одежды во времени характеризует изменение уровня ее качества и работоспособности.

Теоретические основы обеспечения **работоспособности дорожных одежд** впервые были предложены профессором А.К.Бирюля в начале 30-х годов. *Под работоспособностью дорожной одежды он предлагал понимать способность (свойство) одежды как инженерного сооружения удовлетворять на заданном уровне основным требованиям автомобильного движения.* Дорожная одежда должна обеспечить заданные скорости движения, необходимую прочность в соответствии с установленными нагрузками на ось расчетного автомобиля и безопасность движения. Профессор А.К.Бирюля дал следующее уточненное определение понятия работоспособности дорожной одежды /100/: ***«Работоспособность – свойство или способность одежды удовлетворять в данный момент времени всем требованиям, установленным в отношении основных показателей (параметров), характеризующих нормальное выполнение заданных функций. Основными транспортно-эксплуатационными показателями работоспособности являются ровности, прочность, сцепление колеса с поверхностью одежды».***

Работоспособность дорожной одежды можно оценивать по ровности и сцепным свойствам. Длительное время эти показатели рассматривали независимо друг от друга. В то же время известно, что ровность и сцепные свойства дорожной одежды со временем ухудшаются именно в силу тех или иных разрушений или истечения прочности. К числу таких разрушений относят изменение микропрофиля, образование трещин, выбоин, колеи, истирание (износ) поверхности покрытия. Скорость или темп процесса разрушения зависит от запаса прочности дорожной одежды (ее способности сопротивляться данному виду воздействия), величины возникающих усилий (величины нагрузок или интенсивности воздействия) и от условий эксплуатации (природно-климатических и грунтово- гидрологических).

Прочность является определяющим фактором по отношению к другим показателям работоспособности (ровности и сцеплению), поэтому обеспечение работоспособности дорожных одежд предусматривает в первую очередь обеспечения их прочности. При назначении требуемого уровня прочности учитывают площадь деформированных участков дорожной одежды /10/. Площадь деформированных участков косвенно характеризует состояние дорожной одежды по ее ровности, однако эта характеристика ровности является приближенной, так как не учитывает фактический характер разрушений.

В качестве критерия работоспособности по прочности одежды предложено использовать суммарную массу автомобилей и грузов, пропущенных по дорожной одежде за срок ее службы до капитального ремонта (т.е. до момента снижения показателя прочности ниже требуемого) /100/. Кроме того, предложен критерий работоспособности по **ровности** покрытия, равный суммарной массе автомобилей и грузов, пропущенных по дорожной одежде за срок ее службы до среднего ремонта (т.е. до момента снижения ровности ниже требуемой нормы) /100/. Суммарный размер движения оказывает существенное влияние на

работоспособность как дорожной одежды в целом, так и собственно покрытия. Прочность и ровность, по А.К.Бируля /100/, зависят от одного и того же показателя – суммарной массы пропущенных автомобилей и, следовательно, имеют связь между собой.

Предложенные критерии работоспособности дорожной одежды не учитывают величину действующей осевой нагрузки, поэтому при их практическом использовании могут возникнуть трудности. В связи с этим более целесообразным является использование в качестве критерия работоспособности дорожной одежды суммарного числа проходов автомобилей, приведенных к расчетной нагрузке на ось. В этом случае можно учесть влияние фактического состава движения и фактических осевых нагрузок на состояние дорожной одежды по ровности.

7.2.2 Методы оценки

Основными показателями работоспособности дорожной одежды являются прочность и ровность. Для этих показателей характерна выраженная изменчивость. Поэтому для их оценки необходимо накапливать выборки данных. Важнейшими характеристиками распределений прочности и ровности являются математические ожидания и среднеквадратичные отклонения. Расчётный период для измерения показателя прочности более ограничен во времени, чем период года, благоприятный для измерения показателя ровности. Кроме того, расчётные условия для оценки прочности возникают не каждый год, поэтому комплексная оценка прочности и ровности дорожной одежды существенно повышает возможности измерения и достоверность результатов определения её работоспособности.

Результаты экспериментальных исследований, выполненных у нас в стране и за рубежом, показывают, что количественную оценку работоспособности дорожной одежды наиболее рационально осуществлять по прочности с учётом изменения показателя ровности. Ровность дорожной одежды зависит от следующих основных факторов: среднего значения эквивалентного модуля упругости дорожной одежды (начальной средней прочности), величины и числа приложений расчётной нагрузки за срок эксплуатации дорожной одежды, климатических условий эксплуатации дорожной одежды.

Для объективной оценки работоспособности дорожной одежды важное значение имеет учёт влияния природно-климатических факторов на её прочность. Модуль упругости нежесткой дорожной одежды в расчётный период с учётом влияния изменения влажности грунта земляного полотна и температуры покрытия равен /142/ :

$$E_{\text{общ.р.}} = \frac{E_{\text{общ.ф.}}}{K_w \cdot K_T} = \frac{E_{\text{общ.ф.}}}{K_{\text{кл}}} \quad , \quad (7.1)$$

где $E_{\text{общ.р.}}$ – общий модуль упругости в расчётный период года, МПа;

$E_{\text{общ.ф.}}$ – общий модуль упругости в момент испытания, МПа;

K_w – коэффициент, учитывающий влияние изменения влажности грунта земляного полотна на общий модуль упругости

- дорожной одежды;
- K_T – коэффициент, учитывающий влияние изменения температуры покрытия на общий модуль упругости дорожной одежды;
- $K_{кл}$ – коэффициент, учитывающий влияние природно-климатических факторов на общий модуль упругости дорожной одежды.

Формула (7.1.) позволяет определить расчётную прочность дорожной одежды по результатам испытаний, проведённых в нерасчётных условиях, если известна влажность грунта земляного полотна и температура покрытия. Эта методика проверена экспериментально /142/. Она позволяет получать результаты, соответствующие измеренным значениям модуля упругости дорожной одежды в расчётный период. Таким образом, возникает возможность оценки прочности дорожной одежды в нерасчётных условиях её работы.

Методы оценки прочности дорожных одежд делят по характеру нагрузки на две группы – статическую и динамическую. При испытаниях дорожных одежд очень сложно измерить их прогиб под колесом движущегося автомобиля /157/. Установки для таких измерений должны двигаться со скоростью 2 – 5 км/ч. Это не соответствует скорости движения автомобиля по дороге. Поэтому измеренный прогиб дорожной одежды несколько отличается от реальной величины. Существует много способов оценки прочности дорожных одежд. Важно выбрать наиболее перспективные способы и установить область их применения. Для этого следует учитывать ряд критериев:

- результаты испытаний, соответствующие реальным условиям работы дорожной одежды;
- производительность оборудования, применяемого для испытаний;
- приведенные затраты на испытания.

90 % дорог общего пользования составляют перегоны. Поэтому выбор оборудования для испытаний следует производить применительно к условиям перегонов, где скорость движения автомобилей составляет 50 – 70 км/ч. Длительность вертикальных деформаций нежёстких дорожных одежд в этом случае составляет 0,1–0,5 с. Для перегонов автомобильных дорог, рекомендованы методы динамического нагружения. Основные параметры оборудования для испытаний должны обеспечивать указанное соответствие результатов испытаний воздействию движущегося автомобиля. В качестве показателя этого соответствия может быть принята величина прогиба дорожной одежды.

Изменение продолжительности действия нагрузки оказывает влияние на величины напряжений и деформаций дорожных одежд, что связано с наличием у них вязких свойств. Перспективными методами оценки прочности дорожных одежд следует считать методы, которые обладают большими преимуществами перед другими. При сопоставлении методов оценки прочности первостепенную роль играет первый критерий. Второй и третий критерии целесообразно принимать во внимание при равных возможностях методов по первому критерию.

Анализ литературных данных показывает, что к основным параметрам оборудования для испытания нежёстких дорожных одежд динамической нагрузкой следует отнести:

- величину динамического усилия;
- длительность действия этого усилия;
- размеры, жёсткость и очертание площадки, передающей нагрузку.

Основные условия прочности дорожной одежды включают:

- равновесие по сдвигу в грунте земляного полотна и малосвязных слоях дорожной одежды, не обработанные вяжущим;
- прочность на растяжение при изгибе слоёв из монолитных материалов;
- жёсткость дорожной одежды, определяющую её прогиб под нагрузкой.

При расчёте новых дорожных одежд учитывают все три условия. Наиболее доступен для измерения прогиб дорожной одежды под нагрузкой. Связь этого показателя с двумя другими условиями прочности не однозначна и зависит от грунтово-гидрологических условий и толщины слоёв дорожной одежды.

Для получения обоснованных данных о фактической прочности дорожной одежды требуется применение дифференцированных значений упругого нормативного прогиба или величины модуля упругости. Последние зависят от конкретных грунтовых условий и особенностей водно-теплового режима, связанных с дорожно-климатической зоной, типом местности, степени ее увлажнения, а также от типа покрытия и интенсивности движения.

7.3 Результаты обследования автомобильных дорог

7.3.1. О доктрине автодорожного строительства

Эффективность работы автомобильного транспорта зависит от технического уровня и эксплуатационного состояния дорожной одежды. Поддержание ее в необходимом эксплуатационном состоянии тесно связано с проблемой обеспечения их работоспособности, что является комплексной, научно-технической, геоэкологической, социальной и народнохозяйственной проблемой. Над её решением многие годы работают дорожные научно-исследовательские и производственные организации страны.

Государственным предприятием «Центр организации труда и экономических методов управления» и Межрегиональным общественным фондом содействия развитию информационных структур разработан проект национальной доктрины автодорожного строительства в России. Документ определяет цели, пути их достижения и ожидаемые результаты строительства автодорог в стране. Основными целями и задачами автодорожного строительства являются:

- систематическое обновление всех аспектов автодорожного строительства, отражающих изменения в сфере экономики, науки, техники и технологий;
- эффективность и метрологическая обеспеченность автодорожного строительства для обустройства жизненного пространства человека;
- разработка программ, реализующих новые технологии в области автодорожного строительства;
- экологическое обеспечение и бережное отношение к природе при автодорожном строительстве.

Ожидаемыми результатами реализации доктрины должны быть:

- возможность получения качественной, экологически безопасной сети автомобильных дорог и придорожного сервисного обслуживания по международным стандартам;

- создание новых рабочих мест при строительстве новых и реконструкции старых дорог, формировании придорожной инфраструктуры, их обслуживании и эксплуатации;
- использование придорожной полосы не только для обслуживания дорог, но и с целью решения вопросов жилищного строительства как для работников автодорожной отрасли и транспорта, так и для сельских жителей;
- снижение опасного влияния автомобильного транспорта на здоровье человека за счет правильной организации работ и строгого соблюдения экологических нормативов.

Россия в связи с разнообразием природно-климатических условий может использовать весь мировой опыт создания дорог, а в вопросах их содержания имеет и свой опыт. Разрабатываемая на кафедре автомобильных дорог ОГУ концепция призвана способствовать совершенствованию государственной и региональной политики в этой области, укреплению в общественном сознании представления об автодорожном строительстве, как факторе развития современного российского общества.

Транспортная доступность выступает важнейшим показателем развития любой территории. Обеспеченность транспортом стала обязательным компонентом и показателем состояния всех составляющих быта, культуры, здравоохранения, науки и просвещения, всех граней жизненного уровня населения.

Оренбургская область территориально расположена между развивающимися деловыми центрами Европы и Азии. Оренбургская область с XVIII столетия играет заметную роль в обеспечении транспортной связи Востока и Запада. Предпосылки для дальнейшего укрепления этой роли тоже есть. Здесь и относительно развитая сеть путей сообщения разного вида на широтных и меридиональных направлениях и эффективно работающий принцип «одна страна – одно таможенное законодательство». Реконструкция транспортных автомагистралей позволит обеспечить перевозку грузов и пассажиров кратчайшим путём.

По территории Оренбургской области проходят международные транспортные коридоры. Значительные инвестиции требуются не только для модернизации и совершенствования инфраструктуры путей сообщения, но и для развития транспортных узлов в стыковых, единых интегрированных транспортных системах с сопредельным Казахстаном.

Ускоренное развитие транспортных коммуникаций должно стать сегодня одним из важнейших направлений государственной политики. В этой ситуации, безусловно, важны предпринимаемые руководством Госстроя России меры по выработке концептуальных организационно-экономических и научно-технических подходов и инвестиционно-строительных проектов с кооперацией строительных организаций различных форм собственности. Основные задачи такой кооперации сводятся к трем основным направлениям:

- разработка теоретического обоснования создания транспортных коммуникаций и систем безопасного управления транспортными потоками;

- решение физико-технических и геоэкологических проблем создания транспортной техники;
- проблемы экономики, права и геоэкологизации управления на транспорте.

Обеспечение работоспособности дорожной одежды по прочности осуществляется путем усиления одежды дополнительными слоями, укладываемыми на существующую дорожную одежду после ремонта или регенерации покрытия. Такой способ обеспечения работоспособности одежды позволяет длительно эксплуатировать ее. Чем больше толщина слоя усиления, тем выше затраты на его строительство, но ниже текущие эксплуатационные затраты. Рациональное усиление может быть установлено по минимуму суммарных приведенных затрат.

Для повышения работоспособности дорожных одежд необходимо:

- а) повысить нормативные требования к начальной ровности дорожных одежд на дорогах I – IV категорий;
- б) при высокой интенсивности движения предусматривать увеличение средней прочности дорожной одежды нежесткого типа на дорогах I – II категории примерно на 15 %; на дорогах III категории – 10 %.

7.3.2 Деформации дорожных одежд

Геоэкологическая обстановка на автомобильных дорогах и территориях, примыкающих к ним, определяется техническим состоянием дорожных одежд и транспортных систем. Дорожные одежды испытывают разнообразные деформации, зависящие от природных и техногенных условий.

Деформации и разрушения покрытия происходят вследствие сжатия, сдвига и истирания поверхностного слоя под действием вертикальных и касательных сил. Деформации и разрушения дорожной одежды в целом возникают, главным образом, под действием статических и кратковременных условий от подвижного состава.

К деформациям покрытий относятся *вмятины, сдвиги, волны*; к деформациям одежд – *колеи, просадки*. Вмятины – это углубления, возникающие на покрытиях, построенных с применением органических вяжущих, вследствие повышенной пластичности при интенсивном нагреве, преимущественно в местах остановки автомобилей.

Сдвиги – это неровности, вызванные смещением материала покрытия при устойчивом основании. Сдвиги чаще всего образуются в местах торможения автомобилей (перекрёстки, остановки). Под действием касательных сил происходит сдвиг в материалах верхнего слоя либо его сдвиг по поверхности нижнего слоя. Этому способствует повышенная пластичность материала верхнего слоя при избытке вяжущего или недостаточной теплоустойчивости к высоким температурам. Поверхностный слой, смещаемый колесом, образует складки и наплывы.

Волны – это поперечные гребни и неровности понижений с пологими краями, вызванные смещением верхнего слоя. Основной причиной волнообразования являются дефекты уплотнения, а также систематическое воздействие на покрытие автомобилей одинаковой массы при одинаковой

скорости движения. При колебании кузова и колёс автомобиля наибольшие давления и удары колёс о покрытие приходятся на одни и те же места, что приводит к образованию деформаций. Колебания колёс автомобиля вызывают образование коротких волн; колебания кузова способствуют формированию длинных, менее чётко выраженных волн.

Колеи – это прогибы-понижения в поверхности проезжей части вследствие совпадения следов колёс автомобилей. При интенсивном тяжёлом движении колеи превращаются в проломы.

Просадки – это деформации дорожной одежды в виде впадин с пологой поверхностью, но без выпучивания и образования трещин на прилегающих участках. Возникают в местах пониженной прочности слоёв одежды и грунта при увлажнении. Просадки могут наблюдаться в первые годы эксплуатации дороги при благоприятных грунтово-гидрогеологических условиях вследствие недостаточного уплотнения грунтов земляного полотна и слоёв одежды, а также при появлении в составе движения тяжёлых автомобилей, на которые дорожная одежда не была рассчитана.

К разрушениям покрытий относят *износ, шелушение, выкрашивание, выбоины, трещины*; к разрушениям дорожных одежд в целом – *трещины, проломы, разрушение кромок, пучины*, сопровождаемые трещинами на покрытии.

Износ – потеря материала покрытия в процессе службы вследствие комплексного воздействия автомобилей и атмосферных факторов. Износ является основным видом разрушений покрытий, происходящим на всём протяжении дороги.

Шелушение – это отделение частиц и разрушение покрытий вследствие недостаточного сцепления вяжущего с поверхностью каменного материала. Основной причиной шелушения является недостаточное сцепление плёнки вяжущего с поверхностью минерального материала.

Выкрашивание – образование мелких впадин глубиной до 1,5 – 2 см вследствие потери покрытием мелких частиц каменного материала или вяжущего. Движение автомобиля по участкам выкрашивания чаще всего сопровождается мелкими колебаниями колёс. Выкрашивание свидетельствует о начале поверхностного разрушения покрытия.

Выбоины – местные разрушения в результате потери материала верхнего слоя. Образование выбоин происходит вследствие недостаточной связи между минеральными и органическими материалами, недоуплотнения покрытия, загрязнения, использования недоброкачественных материалов. Выбоины, образующиеся на асфальтобетонных покрытиях, относительно глубокие и короткие, так как слой повышенной прочности разрушается медленно.

Трещины – поперечные (температурные), возникают на покрытии вследствие резких перепадов температур воздуха и недостаточной сопротивляемости температурным напряжениям. Они закономерно располагаются на проезжей части на определенном расстоянии друг от друга (5 – 10 м). Эти трещины наблюдаются на асфальтобетонных покрытиях, обработанных органическими вяжущими материалами, а также на цементобетонных при неправильном устройстве деформационных швов.

Проломы – разрушения дорожной одежды в виде прорезей по полосам наката и выпучиваний сбоку проломов. Могут быть мокрые проломы, которые образуются вследствие переувлажнения и пластического течения материала слоев основания и грунта, а также сухие проломы, прорезающие все слои одежды под действием вертикальной силы при недостаточной толщине конструкции и слабом уплотнении слоёв и грунтов земляного полотна.

Разрушение кромок – это образование сетки трещин вдоль кромок с отколом. Разрушение кромок происходит вследствие пониженной прочности прикромочных полос проезжей части при заниженной толщине слоёв одежды у кромок, повышенной влажности грунта основания под кромкой и отсутствии укрепительных полос со стороны обочин.

Пучины – это образование бугров в проезжей части, вызванное промерзанием земляного полотна.

Под воздействием движения деформации и разрушения дорожных одежд и покрытий постепенно разрастаются, охватывая всё большую площадь. Скорость накопления деформаций зависит от количества и массы транспортных средств, механических свойств дорожной одежды и климатических факторов, а также от ремонтных работ.

Самым распространённым способом ремонта дорожных покрытий является нанесение асфальтобетона толщиной более 4 см на нарушенные участки покрытия. Однако, в тех случаях, когда для восстановления эксплуатационных свойств покрытия не требуется усиления несущей способности дорожной одежды, наиболее эффективно применять тонкие защитные слои, например, поверхностные обработки /126,167/. Целесообразность устройства таких слоёв при ремонте покрытий обоснована высокой стоимостью и дефицитностью органических вяжущих, а также высокой прочностью трудно шлифуемого щебня.

Между тем, укладка тонких слоёв, особенно на жёсткие покрытия (старые асфальто и цементобетонные), является непростой задачей. Устраивать тонкие слои из обычных горячих асфальтобетонных смесей бывает невозможно из-за их быстрого остывания, потери уплотняемости и плохой приклеиваемости к основанию. При использовании поверхностной обработки также возникает проблема приклеиваемости слоёв к жёсткому покрытию.

В мировой практике получило распространение устройство тонкослойных поверхностных обработок из эмульсионно-минеральных смесей литой консистенции на основе катионных битумных эмульсий. Эта технология известна за рубежом под названием Сларри Сил /167/. На поверхность покрытий (без последующего уплотнения катками) наносят эмульсионно-минеральную смесь пластичной (литой) консистенции с толщиной слоя от 5 до 15 мм. Это даёт возможность получить при больших значениях плотности и износостойкости устраиваемых слоёв сравнительно высокую степень шероховатости. Такие слои служат не только защитой для покрытия от износа, но и обладают повышенными фрикционными свойствами и хорошим сцеплением с покрытием. Это обусловлено высокой реакционной способностью катионных эмульсий при контакте с поверхностью материалов любой природы. На поверхности формируется тонкий слой с особой шероховатой текстурой типа «наждачная

бумага». Технология с успехом работает как на асфальтобетонных, так и на цементобетонных покрытиях.

Опыт, накопленный с середины 50-х годов XXв. показал, что технология Сларри Сил имеет ряд преимуществ /167/:

- хорошее сцепление слоя с обрабатываемой поверхностью;
- более длительное сохранение шероховатости за счет снижения удельного давления от колёс на дорожную одежду;
- отсутствие необходимости уплотнения слоя катками в процессе производства работ;
- возможность замены дефицитного гранитного щебня дешёвыми отсевами дробления изверженных горных пород;
- отсутствие отрыва каменного материала, разбивающего ветровые стёкла автомобилей.

Ухудшение ровности в продольном направлении оказывает влияние на работоспособность дорожной одежды на порядок значительнее, чем в поперечном направлении /10/. Роль пластических сдвигов асфальтобетона в ухудшении ровности в продольном направлении на перегонах при правильно подобранном составе смеси также невелика. Темп ухудшения ровности в продольном направлении зависит в основном от модуля упругости дорожной одежды, её общей жёсткости в расчётный период. Проявляется устойчивая корреляционная зависимость между величиной упругой деформации под нагрузкой в расчётный период, величиной остаточной деформации и суммарным временем действия расчётной нагрузки. Методы расчёта одежд позволяют количественно учитывать влияние этих факторов на ровность дорожной одежды и её изменение во времени /129/.

Качество дорожной одежды связано с её надёжностью и работоспособностью. **Надёжность дорожной одежды** – это её свойство сохранять работоспособность в соответствии с нормативными требованиями в течение установленного срока службы и восстанавливать работоспособность после ремонтов. *Под работоспособностью дорожной одежды следует понимать суммарное число проходов автомобилей с расчётной нагрузкой на ось при заданной скорости их движения в течение установленного срока службы.* По предложению Смирнова М.Ф. **в качестве показателя работоспособности автомобильной дороги** следует применять так называемый *объем движения, равный произведению интенсивности (N_p) на скорость движения (V_p).* К сожалению, в этом произведении не оговорена величина расчётной нагрузки Q_p , необходимая для обеспечения прочности. /100/. Зависимости вида $Q_p \cdot N_p$ и $N_p \cdot V_p$ являются частными случаями более общей зависимости :

$$R_{\phi} = Q_p \cdot N_p \cdot V_{cp.} , \quad (7.2)$$

где R_{ϕ} - функция, монотонно возрастающая во времени.

Все три величины в формуле 7.2. имеют выраженный случайный характер. Однако в современных методах расчёта изменчивостью Q_p и N_p обычно пренебрегают. Показатель работоспособности автомобильной дороги есть математическое ожидание средней (за срок службы) скорости потока, умноженное на постоянное для данной дороги число. Следовательно, работоспособность автомобильной дороги зависит от тех же факторов, что и средняя скорость потока.

Средняя (за срок службы) скорость потока является основной характеристикой надёжности автомобильной дороги и дорожной одежды при фиксированных величинах расчётной нагрузки и суммарного размера движения. Требуемые же показатели прочности, ровности и сцепления дорожной одежды назначают в зависимости от требуемой скорости потока.

7.3.3 Экологическая безопасность на автомобильных дорогах

При проектировании новых и реконструкции существующих дорог необходимо большое внимание уделять вопросам геоэкологии. Геоэкологическое состояние крупных городов в значительной мере зависит от уровня загрязнения атмосферного воздуха. Основным источником загрязнения атмосферы служит транспорт. Отработавшие газы двигателей содержат сложную смесь более чем из тысячи ингредиентов, среди которых немало канцерогенных. Вредные вещества поступают в слой атмосферы, в которой осуществляется дыхание человека. Поэтому автомобильный транспорт относится к наиболее опасным источникам загрязнения атмосферного воздуха.

Контроль экологической безопасности строительной техники и автотранспорта должен рассматриваться в организациях транспортного строительства с позиций обеспечения качества производственной деятельности, регламентироваться документами международной системы стандартизации качества ИСО 14000 и координироваться Научно-техническим управлением Корпорации «Трансстрой».

Системный подход к экологической безопасности строительного производства обеспечивается за счет реализации трех основных групп мероприятий:

- планомерное техническое перевооружение машинного парка;
- обеспечение производства полным составом технических документов системы качества (в первую очередь стандартами предприятия, СТП 05.09.03-2001 «Порядок производства земляных работ при строительстве авто- и железных дорог», СТП 05.09.01-2001 «Порядок подготовки строительной площадки», СТП 05.10.01-2001 «Производственный контроль качества строительно-монтажных работ»);
- высококачественная эксплуатация машинного парка. В совокупности эти мероприятия создают целостную систему экологической культуры строительного производства.

На действующих автомагистралях и дорогах актуальной проблемой являются создание эффективных методов и средств контроля выхлопных газов, диагностика экологического состояния автотранспорта и контроль уровня загрязнения транспортных коммуникаций города и прилегающих территорий.

Необходимо измерение ультрамикрореконцентрацией загрязнителей с высокой чувствительностью анализов измеряемых компонентов. Контроль вредных выбросов производится, как непосредственно у источников их образования, так и у красной линии. Наиболее эффективны методы и средства интегрального дистанционного контроля, который осуществляется как поперёк, так и вдоль

автомагистралей. В случае контроля в поперечном направлении дистанция характеризуется величиной от 1 до 5 км.

Автотранспорт является специфическим источником загрязнения атмосферы. Он дислоцируется в основной своей массе на городских дорогах и имеет высоту выброса всего 0,5 – 0,7 м от поверхности земли. Максимальные значения концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе отмечаются в зонах непосредственно примыкающих к проезжей части автодорог /10/. Размеры зон и степень убывания концентраций зависят от характеристик автотранспортного потока, планированных параметров автодороги и метеорологических факторов, определяющих условия массопереноса и рассеивания примесей в атмосфере. Опыт решения проблемы экологической безопасности современных автомагистралей в мегаполисах показал необходимость комплексного подхода и взаимодействия строительных и эксплуатационных организаций в рамках системы качества /10,15/.

При строительстве и эксплуатации автомобильных дорог атмосферный воздух загрязняется выхлопными газами автомобильных двигателей. Наиболее стойким и опасным ингредиентом загрязнения при этом является окись углерода. Максимальная ее концентрация у проезжей части дороги в часы пик рассчитывается по формуле Рябикова:

$$CO_0 = (7,33 + 0,026 \cdot N) \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (7.3)$$

где CO_0 - концентрация окиси углерода у проезжей части дороги, $мг/м^3$, N – интенсивность движения автомашин с карбюраторными двигателями, авт/ч, определяется непосредственным подсчетом (таблица 7.6); K_1 - коэффициент учета состава транспортного потока и его средней скорости (таблица 7.6); K_2 - коэффициент учета влияния продольного уклона дороги (при уклоне меньше 10% $K_2 = 1$).

Таблица 7.6 Результаты наблюдений за интенсивностью движения автомобилей и составом транспортного потока

Продолжительность наблюдения	Количество автомобилей					
	Грузовых	Автобусов	Легковых	Всего	Автобусы и грузовые автомобили	
					Количество	% от общего количества
15 мин						
1 час						

Полученная концентрация окиси углерода у проезжей части дороги сравнивается с ПДК для атмосферы жилого массива (3 мг/м^3) и определяется кратность превышения норматива.

При проектировании дороги интенсивность движения автомобилей принимается по СНиП 2-Д-5- 72 в соответствии с категорией дороги. Так, по дороге 1-й категории за сутки проходит 7 тыс. автомобилей, главным образом за

12 ч дневного времени, т.е. 508 авт./ч. Необходимо учитывать, что при прохождении дороги через населенный пункт интенсивность движения в часы пик возрастает в 1,5 раза, т.е. до 762 авт./ч. В этом случае концентрация окиси углерода на дороге при доле грузового транспорта 60 % и скорости движения 30 км/ч составит:

$$CO_o = (7,33 + 0,026 \cdot 762) \cdot 1,04 \cdot 1 = 28,2 \text{ мг/м}^3.$$

Расчетный уровень загрязнения воздуха на дороге 1-й категории в час пик может превышать норму более, чем в 9 раз. Совершенно очевидно, что дорогу надо проектировать в обход населенных пунктов и городов – в 0,3 – 0,5 км от жилых массивов. На участках, где дорога пересекает лесные массивы, населенные пункты и города, трассу, по возможности, следует прокладывать в направлении господствующих зимних ветров с целью лучшего проветривания.

Ширина санитарной зоны (акустического разрыва) (х, в м) проектируемой дороги рассчитывается по формуле

$$CO_x = 0,5 \cdot CO_o - 0,1 \cdot x, \quad (7.4)$$

где CO_x – концентрация СО на расстоянии х м от дороги, мг/м³.

Таблица 7.7 Значение коэффициента влияния состава транспортного потока и его средней скорости

Доля грузовых автомобилей и автобусов с карбюраторными двигателями в общем потоке, %	K ₁ при скорости транспортного потока, км/ч						
	20	30	40	50	60	70	80
80	1,17	1,11	1,05	0,90	1,02	0,11	1,21
70	1,14	1,08	1,00	0,87	0,95	1,04	1,12
60	1,12	1,04	0,95	83	0,89	0,93	1,03
50	1,11	1,01	0,91	0,80	0,84	0,90	0,95
40	1,09	0,97	0,86	0,76	0,77	0,78	0,85
30	1,08	0,95	0,82	0,73	0,70	0,66	0,75
20	1,05	0,91	0,77	0,69	0,62	0,57	0,67
10	1,02	0,87	0,72	0,65	0,54	0,46	0,55

Поскольку концентрация окиси углерода CO_x в жилом массиве не превышает 3мг/м³, то возможно определить и ширину санитарной зоны (х):

$$X = \frac{0,5 \cdot CO_o - CO_x}{0,1} = \frac{0,5 \cdot 28,2 - 3}{0,1} = 111 \text{ м}$$

Лесопосадки вдоль трассы дороги снижают загазованность воздуха. Это позволяет уменьшить размеры санитарно-защитных зон при проектировании жилых зданий и соцкультбыта. Необходимо, чтобы расстояние от проектируемого объекта до проезжей части дороги, показанной на генплане, было экологически

обосновано, а качество атмосферного воздуха и уровень шума соответствовали нормам.

Задание к главе 7*:

- 1) сформулируйте основные геоэкологические проблемы, возникающие в связи с развитием автомобильного транспорта и сети автомобильных дорог;
- 2) назовите и охарактеризуйте основные ингредиенты-загрязнители окружающей среды на автомобильных дорогах;
- 3) выполнить самостоятельную работу по определению акустического разрыва (санитарно-защитной зоны) вдоль автомагистрали и разработать план мероприятий по защите жилого дома или здания соцкультбыта от негативного воздействия автомагистрали:
 - а) вычислите количество автомобилей, проходящих по автомагистрали в обе стороны в часы пик около вашего жилого дома или здания соцкультбыта;
 - б) пользуясь формулой Рябикова, рассчитайте максимальную концентрацию окиси углерода на дороге в часы пик;
 - в) сравните полученную концентрацию окиси углерода у проезжей части автомагистрали с ПДК для атмосферы жилого массива (3 мг/м^3) и определите степень кратности превышения норматива;
 - г) вычислите ширину санитарной зоны (акустического разрыва) x_m на обследуемом вами участке;
 - д) рассчитайте по формуле (7.4) концентрацию окиси углерода у жилого дома (здания соцкультбыта) по заданному варианту (таблица 7.8)

Таблица 7.8 Варианты размещения защищаемых объектов

№ варианта	Наименование объекта	Расстояние от автомагистрали, м	№ варианта	Наименование объекта	Расстояние от автомагистрали, м
1	Жилой дом	38	11	Детская библиотека	20
2	Детский сад	42	12	Роддом	22
3	Школа	34	13	Магазин	24
4	Кинотеатр	46	14	Плавательный бассейн	54
5	Кафе	50	15	Дом культуры	30
6	Детские ясли	48	16	Филармония	60
7	Игровой центр	30	17	Драмтеатр	20
8	Поликлиника	52	18	Дом печати	70
9	Больница	60	19	Административное здание	90
10	Студенческое общежитие	40	20	Сбербанк	24

е) выдайте экологически обоснованные рекомендации по снижению негативного воздействия автомагистрали на жилой дом (здание соцкультбыта) по вашему варианту.

8 Среδοохранное проектирование

В дипломном проекте предусмотрен раздел по геозкологии. Его целью является закрепление теоретических знаний в области геозкологии и охраны окружающей среды (ООС) и подготовка студентов к самостоятельному инженерному решению практических задач в строительной, геологической и хозяйственной деятельности.

Разработка инженерно-технических мероприятий по геозкологии при дипломном проектировании предполагает:

- 1) умело использовать основные законодательные, инструктивные и правительственные документы по ООС, применять стандарты по ПДК вредных веществ в окружающей среде, а также санитарные нормы проектирования промышленных объектов /6,7,9,29,73-79,88/;
- 2) реализовать на практике современные концепции экологизации и геологизации хозяйственной деятельности, овладеть методами контроля и снижения загрязнения воздушного бассейна, рабочих мест и населенных пунктов, охраны и рационального использования водных ресурсов, внедрять в проекты передовые способы рекультивации земель, материало-, топливо- и энергосберегающие технологии, применять нормы при отводе земель для строительства;
- 3) овладеть методами технико-экономической оценки ущерба от загрязнения и эффективности природоохранных мероприятий в системе хозяйственной деятельности, строительства и эксплуатации объектов;
- 4) уметь дать оценку влияния проектируемых объектов на окружающую среду, овладеть методами определения экологических квот предприятий, экологизации хозяйственной деятельности, сравнения продуктивности ноогеоценозов и биогеоценозов; быть способным показать роль методов экологизации и геологизации хозяйственной деятельности при реализации концепции устойчивого развития и методологии создания ноосферы.

В мировой природоохранной политике сложилось два основных направления:

- 1) в развитых странах внедряются только те технологические процессы и проекты, которые обеспечивают сохранение высокого уровня продуктивности биосферы и качества окружающей среды. Высокий уровень жизни выдвигает и высокие требования к качеству окружающей среды, и эти вопросы становятся главными в экономической политике. Экологические проблемы в развитых капиталистических странах обострились в связи с тем, что увеличение техногенной нагрузки привело к серьезным нарушениям окружающей среды, к локальным экологическим кризисам. Поэтому вопросы экологии включены в важнейшие программные документы всех правящих и оппозиционных партий;
- 2) в развивающихся странах, где и сегодня 1,5 млрд человек голодают и умирают с голода, экологические вопросы находятся на заднем плане экономической политики. Здесь главными являются вопросы выживания. Производство материальных благ осуществляется любой ценой, независимо от экологической вредности технологии.

В нашей стране делаются первые попытки спланировать в проектах строительства крупных предприятий производственные показатели, сопоставив

их с прогнозными показателями продуктивности биосферы и качества всех основных компонентов окружающей среды - атмосферы, воды, почвы, растительности в зонах влияния предприятий. Для обоснования и уточнения зон влияния предприятий должны быть выполнены специальные исследования атмосферных осадков, поверхностных и подземных вод, почв, грунтов, растений, живых организмов, микроорганизмов. Определяются химический, фазовый и изотопный состав компонентов загрязнения, выполняются микробиологические исследования почв, осуществляется инвентаризация всех источников загрязнения окружающей среды. Большую информацию дает дешифрирование аэрокосмоснимков. В результате комплексных исследований должна быть разработана и внедрена система мониторинга, т.е. система слежения за источниками загрязнения. На результатах наблюдений и должен базироваться научный прогноз состояния окружающей среды. В дальнейшем будет установлена эффективность предусмотренных проектами комплексных мероприятий по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов.

От наблюдений за состоянием природной среды (за продуктивностью водоемов, сельскохозяйственных и лесных угодий, за санитарным состоянием атмосферного воздуха, пресных поверхностных и подземных вод, почв, растений) следует перейти к регулированию природных и техногенных процессов, к управлению ими путем изменения интенсивности, масштабов и уровня производства. Таким образом, уровень производства должен сегодня регулироваться не только и не столько техническими возможностями производства (технологические мощности растут исключительно быстро), сколько способностью природной среды воспринимать техногенную нагрузку. В развитой стране инженер считается хорошим, если он может добиться высокой производительности технологического оборудования при соблюдении запланированных параметров качества окружающей среды в зоне влияния производства. Строительство крупного экологически опасного предприятия обуславливает неодинаковые техногенные преобразования на различных расстояниях от него:

- 1) нарушение окружающей среды при возведении цехов, предприятий, коммуникаций и пр. /88,89/ (оседание земной поверхности, подтопление застраиваемой территории, сдвигание пород, подвижных песков и т.д.);
- 2) гидролого-гидрогеологические изменения территории: эрозия почв, грунтов, засоление и загрязнение поверхностных и подземных вод;
- 3) интенсивное загрязнение окружающей среды за счет газопылевых выбросов вредных веществ в концентрациях, превышающих ПДК /29/;
- 4) длительное загрязнение окружающей среды вредными веществами с концентрациями до 0,1 ПДК.

Имеющийся уже материал исследований свидетельствует о том, что на загрязнение окружающей среды вредными веществами существенное влияние оказывает роза ветров. Поэтому зоны промышленной и жилой застройки должны размещаться с учетом розы ветров, чтобы господствующие ветры не загрязняли атмосферный воздух жилой застройки и зон отдыха людей. При размещении

новых промышленных объектов следует учитывать и уже существующие предприятия с их зонами влияния на окружающую среду. Наложение зон влияния разных предприятий может привести к локальному экологическому кризису.

Программа ТЕРКСОП включает разработку комплекса мероприятий, предусматривающего поэтапное внедрение архитектурно-планировочных, санитарно-технических, технологических и организационных мероприятий на перспективу в 5, 10 и 15 лет. Одной из новостроек каждого крупного промышленного центра должны стать полигоны по утилизации, сжиганию и складированию не только коммунально-бытовых, но и промышленных отходов. Последние следует рассматривать в качестве минерально-сырьевых ресурсов для развития промышленности и сельского хозяйства.

Руководствуясь природоохранным законодательством России, специальные контролирующие органы предусматривают обязательное включение во все технические и технорабочие проекты предприятий и сооружений раздела «Охрана природы» и согласование проектов с Государственным комитетом по охране природы, Минприроды РФ, санитарно-эпидемиологической службой Минздрава РФ и другими органами госконтроля.

Раздел «Охрана природы» в обязательном порядке включен в дипломные проекты всех выпускников, и, прежде всего, геологических и строительных специальностей. Материал раздела должен соответствовать требованиям «Строительных норм и правил», «Санитарных норм проектирования промышленных предприятий и населенных мест» /73-79, 85/ и других нормативных документов: ГОСТ 9327-60, ГОСТ 7.12-93. Он собирается студентом в период изучения курса охраны окружающей среды, во время преддипломной практики, в процессе выполнения лабораторных работ. Студенты изучают планы предприятий, проекты их строительства, годовые и пятилетние отчеты, предписания органов контроля, формы 2 ТП-воздух и 2 ТП-водхоз и др. Объем раздела не регламентируется, в нем дается иллюстративный материал в виде генплана, чертежей, графиков, схем, выполненных на отдельных листах. На других листах проекта рекомендуется представить планы рекультивируемых земель, места складирования почвы в бурты, участки размещения очистных сооружений, участки озеленения и пр.

Раздел по геоэкологии включает:

Введение с указанием природоохранных задач /7,9/.

Основную часть, в которую входят:

- 1) расчеты и мероприятия по охране и рекультивации земель;
- 2) обоснование мероприятий по охране воздушного бассейна;
- 3) разработка комплекса мероприятий по обеспечению норм шума, вибраций, электромагнитных и других физических загрязнений;
- 4) расчеты системы оборотного промышленного водоснабжения.

Заключение.

Библиографический список и нормативные документы включаются в общий список литературы.

8.1 Введение

Вначале следует перечислить вредные факторы и процессы, сопутствующие строительству и эксплуатации проектируемого объекта, и указать интенсивность их воздействия, сопоставив эти факторы с данными по санитарным и техническим нормам (ПДК вредных веществ в воде и атмосферном воздухе, ПДУ шума, электромагнитного поля и пр.). При проектировании водозабора хозяйственно-питьевого назначения следует дать расчет размеров санитарно-защитной зоны и вынести ее на генплан. При проектировании предприятия указать его класс по санитарной классификации /76,85/ и размеры санитарно-защитной зоны. Дать сравнительную экологическую характеристику традиционных и новых технологических решений в соответствии с основными задачами:

- 1) обеспечить рекультивацию нарушенных земель;
- 2) предотвратить загрязнение атмосферного воздуха на рабочем месте и в жилом массиве;
- 3) обеспечить нормы шума в производственных, селитебных и рекреационных ландшафтах;
- 4) запроектировать систему оборотного (бессточного) промышленного водоснабжения, обеспечить население чистой питьевой водой и предотвратить загрязнение водоёмов.

Перечислить нормативные документы и требования, в соответствии с которыми написан раздел. Отметить, что в дипломном проекте должно быть предусмотрено выполнение всех требований законодательных и нормативных документов по охране окружающей среды, учтены разработки по ТЕРКСОП данного района, экономически обоснованные технологические, санитарно-технические, архитектурно-планировочные и организационные мероприятия.

8.2 Проектирование и совершенствование землепользования

При строительстве зданий, сооружений, природоохранных объектов, водозаборов, автомобильных дорог и других коммуникаций происходит механическое разрушение почвы на застраиваемой площади. Та часть территории, которая занимается строящимся объектом, исключается из дальнейшего использования в сельском хозяйстве. Проектом должно быть предусмотрено сохранение и дальнейшее использование перегнойного горизонта с застраиваемой территории, а также определены объемы и порядок выполнения работ по рекультивации нарушаемых при строительстве земель /28,29/. При написании раздела проекта по рекультивации земель следует руководствоваться земельным законодательством РФ и нормативными документами, указанными в гл. 5.

1. По генплану определяется площадь застраиваемой территории, с которой предварительно необходимо снять плодородный слой (S, m^2).

2. Рассчитывается объем снимаемого плодородного слоя (V) по формуле

$$V = S \cdot h, \quad (8.1)$$

где h – мощность плодородного слоя, м, определяемая специалистом - почвоведом

в полевых условиях на стадии изысканий /47/ или по почвенной карте.

3. Вычисляются площади участков (S_1 , S_2 и т.д.), которые необходимо отвести для временного складирования плодородного слоя на период строительства:

$$S = \frac{V_1}{H_1}, \quad (8.2)$$

где V_1 - объем снимаемого плодородного слоя, m^3 ;

H_1 - высота бурта, м, обычно не превышает 8-10 м.

При расчете площади под складированную почву необходимо учитывать также углы ее естественного откоса в буртах, которые при отсутствии подпорных устройств обычно не превышают 30° .

Места размещения буртов необходимо указать, желательно в масштабе, на генплане условным знаком.

4. Определяется объем почвы (V_p), необходимый для рекультивации земель, нарушенных в связи со строительством объекта (здания, дороги и пр.). Имеется в виду та территория, которая не будет занята объектом, но непосредственно к нему примыкает - придорожная полоса, участки вокруг зданий и сооружений, намеченные к озеленению. Так, при строительстве промышленных предприятий озеленение осуществляется на площади, составляющей 15 % застраиваемой. Для жилых районов и зданий культурно-бытового назначения площадь озеленения должна быть значительно больше, она определяется проектом и отражается в генплане. При рекультивации придорожной полосы часть почвы наносится на поверхность откосов насыпей и выемок и на поверхность полосы, оставляемой под посадку деревьев, кустарников, трав. Расчет объема почвы, необходимой для рекультивации нарушенных земель, выполняется по формуле (8.1). Мощность слоя задается проектом в зависимости от физико-географических условий, обычно 0,4 м. Ямы под деревья и кустарники заполняются перегнойным слоем.

5. Избыток перегнойного слоя (V_u), остающегося от рекультивации нарушенных земель, с учетом рыночных отношений направляется на земли близлежащих хозяйств, ферм и садоводческих кооперативов с целью улучшения их продуктивности. Избыточный объем рассчитывается по следующей формуле:

$$V_u = V - V_p. \quad (8.3)$$

Избыток почвы используется для улучшения малопродуктивных земель – оподзоленных, деградированных, песчаных, супесчаных, эродированных и пр.

6. Описывается порядок выполнения и приемы технической и биологической рекультивации нарушенных земель (см. раздел 5).

Кроме того, указываются дополнительные мероприятия, связанные с эксплуатацией проектируемого объекта. Например, для борьбы с водной и ветровой эрозией почв по топографическим планшетам отмечаются участки, где ожидаются процессы оврагообразования, денудации склонов, перемещения барханных песков, формирования солончаков и солонцов в придорожной полосе и др. Применение против гололеда хлоридных солей усиливает процессы загрязнения и засоления почв, грунтов, поверхностных и подземных вод. С учетом физико-географических условий застраиваемой и осваиваемой местности

разрабатываются экономически обоснованные мероприятия по предотвращению этих негативных явлений.

Если трасса дороги проходит по сельской местности, то нужно проследить, не нарушаются ли при ее строительстве поля, где осуществляется севооборот.

Необходимо предусмотреть сохранение посевов и ценной растительности при прокладке геодезических ходов различного назначения. Целесообразно производить линейные измерения через пространства, занятые агрокультурами или лесами, с помощью дистанционных методов, светодальномеров или косвенными способами, без устройства просек. При прорубке просек следует сохранять ценные породы деревьев.

При строительстве в населенном пункте предстоит определить, используются ли неудобные земли, например овраги, или земли, нарушенные в результате хозяйственной деятельности человека, и каков эффект этого использования (экономический, градостроительный, гигиенический и т.д.).

Выполняя дипломное проектирование, нужно помнить, что задачей строителя или геолога является не только сведение к минимуму нарушений природного равновесия, но и улучшение, украшение местности. Например, дорога должна быть гармонично включена в ландшафт местности. Именно на стадии проектирования следует предусмотреть снижение вредного влияния объекта на местное население, растительный и животный мир. Необходимо обосновать выбор видов растений, способ их посадки и полностью осветить разностороннюю положительную природоохранительную роль зеленых насаждений. Необходимо дать рекомендации по использованию карьера строительных материалов после завершения строительства автодороги. Желательно отразить способы строительного освоения территорий, ранее считавшихся непригодными (овраги, оползни, активный карст, болота, затопленные пойменные террасы, акватории, карьеры, свалки и т.д.), а также находящихся в сейсмических и селеопасных районах, в районах распространения вечномёрзлых грунтов, в пустынных районах, характеризующихся активностью сыпучих песков, и в других сложных природных условиях. Следует указать, как будет предупреждаться возникновение геодинамических и инженерно-геологических процессов и осуществляться борьба с ними (оползнями, вторичным заболачиванием, образованием оврагов и пр.); необходимо обосновать порядок вывозки грунта в зависимости от ценности земель и его качества.

Следует обосновать меры по охране окружающей среды при организации и проведении технического обслуживания и ремонта сооружений и оборудования в полевых условиях. Необходимо указать, как будет достигнуто максимальное снижение потерь строительных материалов, загрязняющих окружающую местность и атмосферу, как следует рационально использовать дефицитные материалы в конструкциях сооружений, дорожных одежд и прочих объектах с целью экономии ресурсов.

Перечислить мероприятия, предусматривающие снижение загрязнения почвы придорожной полосы окисью свинца, вредными веществами, образующимися в результате борьбы с гололедом, а также ядовитыми веществами; указать, как будет осуществляться борьба с пылью на проектируемых объектах, на дорогах

(как один из элементов повышения урожайности).

Если тема дипломного проекта включает вопросы проектирования или работы асфальтобетонных и других заводов, складов цемента и битумных баз, то следует обосновать выбор места их расположения. При этом необходимо обходить ценные сельскохозяйственные угодья, пути миграции животных, места распространения растительных группировок и другие ценные природные объекты. Предпочтительнее для размещения таких объектов использовать неудобные, а также удаленные от населенных пунктов земли. Предусмотреть сохранение ценных земель при прокладке временных подъездных путей.

В этом разделе предстоит указать методы оценки минимального отвода земель под строительство предприятия с учетом размещения производственных зданий, складов, транспортных хозяйств и других объектов. В заключение раздела надо дать рекомендации по уборке территории после окончания строительства и по снижению до минимума вредного воздействия на окружающую среду.

8.3 Проекты ПДВ промышленных объектов

На каждом промышленном предприятии, в зависимости от его масштабов и специфики производства, имеются десятки и даже сотни источников загрязнения атмосферы. В городе и населенных пунктах автомобильные дороги с интенсивным движением транспорта также являются серьезными источниками загрязнения. В пределах промышленного центра источники загрязнения взаимодействуют между собой, существенно ухудшая состояние воздушной среды на обширной территории. Расчеты рассеяния загрязняющих веществ выполняются в соответствии с известными методиками /64,70,71,76,82-86/. При проектировании промышленных объектов, предприятий и отдельных цехов следует руководствоваться «Рекомендациями по оформлению и содержанию проекта нормативов предельно допустимых выбросов в атмосферу», разработанными организациями Гидромета России /68/.

Исходными материалами для разработки проекта нормативов ПДВ служат характеристики источников выбросов в атмосферу загрязняющих веществ, параметры газоочистных и пылеулавливающих установок (раздел 3.3). Кроме того учитываются сведения о неорганизованных, залповых и аварийных выбросах, карта-схема предприятия, данные о численности населения, проживающего на территории, примыкающей к предприятию. Оцениваются также перспективы развития предприятия, служба охраны окружающей среды на предприятии, ее задачи, оснащенность средствами контроля. При паспортизации источников загрязнения предприятия указываются координаты, и они наносятся на карту-схему промышленного предприятия (рисунок 8.1). Собирается и систематизируется информация о метеорологических условиях рассеяния загрязнений в атмосфере. Учитываются фоновые концентрации загрязняющих веществ и параметры, необходимые для выполнения расчетов по унифицированным программам, аналогичным «Эфир-5», «Эфир-6» и др. Расчеты ареалов загрязнения по отдельным предприятиям будут отражать действительное

состояние атмосферы, если фоновые показатели берутся с экологических карт промузла или всего города. На ситуационной карте-схеме района показываются границы санитарно-защитной зоны, селитебная территория и зоны рекреации. Указываются также дома отдыха, лесонасаждения, заказники, заповедники, памятники истории, архитектуры и природы. Здесь же отмечаются посты Госкомгидромета и Минприроды (рисунок 8.2).

При характеристике предприятия как источника загрязнения атмосферы кратко описываются: технология производства и технологическое оборудование, выпускаемая продукция, исходное сырье, расход тепла и топлива. Учитываются все вещества, выбрасываемые в атмосферу, а также их физико-химические превращения. По возможности характеризуются существующие установки по очистке газопылевых выбросов, анализируется их техническое состояние и эффективность работы. Оценивается степень соответствия применяемой технологии, технологического и пыле газоочистного оборудования передовым отечественным и зарубежным технологиям и образцам. Оцениваются перспективы строительства и реконструкции предприятия на последующие 5, 10 и 15 лет. При этом учитываются данные о производительности предприятия, сведения о вводе и ликвидации производства, об источниках выбросов, о вводе новых технологических линий и агрегатов, данные о мероприятиях по охране атмосферного воздуха. Приводится перечень загрязняющих веществ (таблица 8.1).

Таблица 8.1 Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу

Вещество	ПДК _{м.р.} , ПДК _{ср.} , ОБУВ, мг/м ³	Класс опасности	Выброс вещества, т/год
1	2	3	4

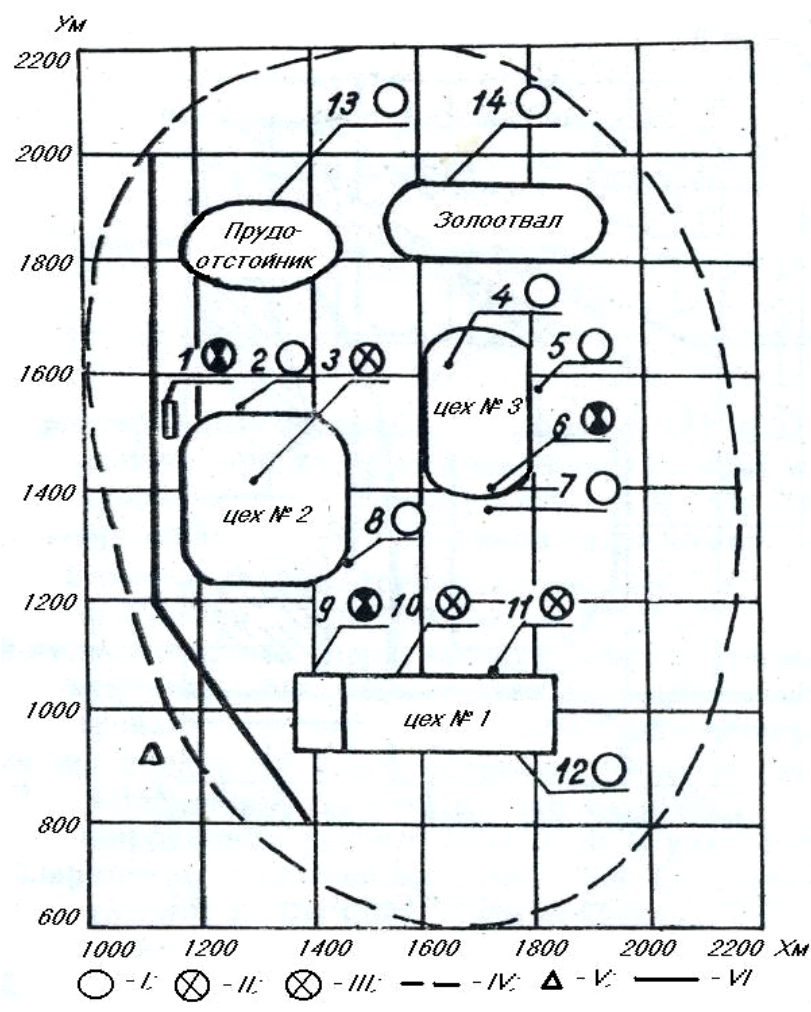
Примечания.

1. ПДК_{м.р.} - максимальные разовые ПДК; ПДК_{ср.} - среднесуточные ПДК; ОБУВ - ориентировочные безопасные уровни воздействия. В графе 1 указываются также вещества, по которым не определены ПДК, вещества, обладающие эффектом суммации.
2. Количество веществ, выбрасываемых предприятием, приводится по усредненным значениям с учетом работы предприятия, технологических процессов, используемого оборудования, качества сырья и топлива и т.д.

Даются характеристики залповых выбросов (таблица 8.2). Кратко анализируются условия, при которых возможны залповые и аварийные выбросы, данные заносятся в таблицу (таблица 8.3), при этом учитываются организованные и неорганизованные источники загрязнения атмосферного воздуха, требования ГОСТ 17.2.3.02-78 и Постановления правительства № 746 от 12.07.82 г.

Сведения о концентрациях загрязняющих веществ рекомендуется получать инструментальными замерами или балансовым расчетом по методикам, согласованным с органами госконтроля. Ущерб, наносимый выбросами предприятия населению и народному хозяйству, устанавливается по «Временной

типовой методике определения экономической эффективности» (А.С. Быстров и др., 1986).

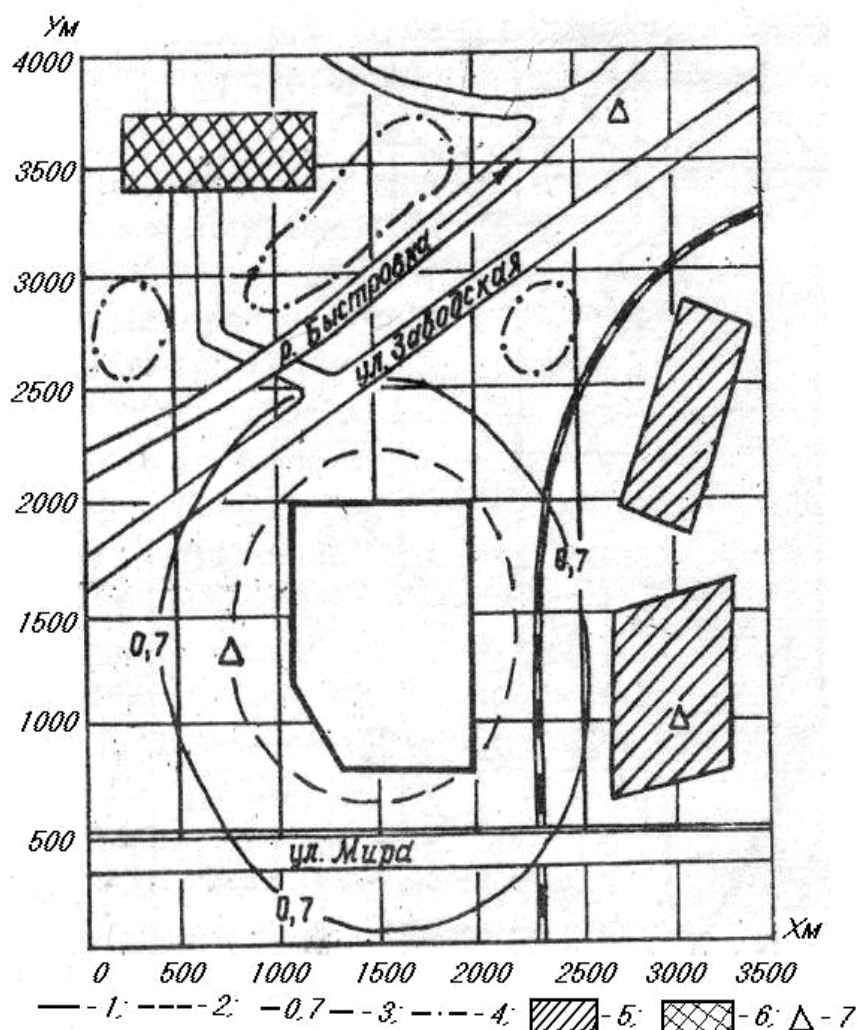


1-14 - номера источников выбросов; I - неконтролируемые источники; II - контролируемые источники; III - источники, задействованные в периоды НМУ; IV - санитарно-защитная зона; V - точки контроля за качеством атмосферного воздуха; VI - граница территории предприятия

Рисунок 8.1. Карта-схема проектируемых объектов

Таблица 8.2 Характеристика залповых выбросов

Производство (цех) и источники выбросов	Вещество	Выброс веществ, г/с	Периодичность выбросов, раз/год	Продолжительность выброса, ч, мин.	Годовая величина залповых выбросов, т



1 - граница территории предприятия; 2 - санитарно-защитная зона; 3 - изолинии концентраций загрязняющих веществ; 4 - жилая застройка; 5 - зеленая зона; 6 - территория пансионата; 7 - точки контроля за качеством атмосферного воздуха

Рисунок 8.2. Ситуационная карта-схема района, города, в котором расположено предприятие

При автоматизированном расчете ПДВ и ВСВ учитываются метеоусловия и параметры, приведенные в таблице 7.4., используются данные по максимальным приземным концентрациям каждого загрязняющего вещества в жилой зоне, сведения об особо опасных источниках загрязнения атмосферы, нормативы ПДВ и ВСВ по каждому источнику и ингредиенту загрязнения (таблицы 7.3, 7.5, 7.6).

Если концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе в районе предприятия превышают ПДК, то разрабатывается план мероприятий по снижению выбросов (таблица 7.7). Нормы ПДВ могут быть достигнуты за счет совершенствования технологии, внедрения элементов безотходной и малоотходной технологии, но не исключено и сокращение объемов производства и даже перепрофилирование основного производства.

При неблагоприятных метеоусловиях (НМУ) в соответствии с руководящим документом РД 52.04.52-85 проводятся мероприятия по сокращению выбросов

вредных веществ в атмосферу (таблица 7.8). Выбросы в атмосферу на периоды НМУ рассчитываются по таблице 7.9. Разрабатывается план-график контроля за выбросами загрязняющих веществ в атмосферу на период НМУ.

Таблица 8.3 Расчет предельно допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

Производ и-тель	Цех	Источники выделения загрязняющих веществ		Количес тvo часов работы в год *	Источники выброса вредных веществ	
		Наимено- вание	Количество, шт. *		Наименова ние	Количество, шт. *

Номер источни- ка на карте- схеме *	Высота источника выброса, м *	Диаметр устья трубы, м *	Параметры газовойздушной смеси на выходе из источника выброса		
			Скорость, м/с *	Объем на одну трубу, м ³ /с *	t° С

Координаты на карте- схеме *, м		Наименова ние газоочист- ных установок и мероприят ий по сокраще- нию выбросов *	Вещест- ва, по которым произво- дится газоочист ка *	Коэф. обеспе- ченно- сти газоочис ткой *	Средняя эксплуа тацион ная степень очистки, % *	Мак си- маль- ная сте- пень очист ки, % *
Точечный источник, центр группы источников или один конец линейного источника	Второй конец линейн ого источн ика					

Выбросы загрязняющих веществ *			Год достижения ПДВ
г/с	мг/м ³	т/год	

Примечания.

1. * В числителе - реальные данные (на момент разработки ведомственного тома ПДВ), в знаменателе - перспективные (на момент достижения ПДВ).
2. При наличии данных о перспективе развития предприятия в разделы таблицы вводятся дополнительные графы.
3. Допускается использование аналогичных таблиц, разработанных на базе таблицы ГОСТ 17.2.3.02-78 и настоящей таблицы.

Коэффициент А, зависящий от стратификации атмосферы,.....160
 Коэффициент рельефа местности в городе **1,0
 Средняя максимальная температура воздуха наиболее жаркого
 месяца, °С.....21,2
 Средняя температура воздуха наиболее холодного месяца (сведения для
 котельных, работающих по отопительному графику), °С.....11,6
 Скорость ветра (по средним многолетним данным), повторяемость превышения
 которой составляет 5 %, м/с8
 Таблица 8.4 Метеорологические характеристики, определяющие условия
 рассеяния загрязняющих веществ в атмосфере города *

Роза ветров,	%	Роза ветров,	%
Север	8	Юг	13
Северо- восток	8	Юго-запад	22
Восток	10	Запад	16
Юго- восток	11	Северо- запад	12

Примечания.

* В таблице приведены условные значения параметров.

** При расчёте коэффициента пересеченной местности с перепадом высот более 250 м на 1 км следует обращаться в территориальные органы Госкомгидромета или ГГО им. Воейкова, приложив к запросу соответствующий картографический материал.

Таблица 8.5 Перечень наиболее значительных источников загрязнения атмосферы

Вещество	Расчетная максимальная приземная концентрация, мг/м ³		№ источника на карте- схеме	° вклада источника	Источник (цех, участок)
	в жилой зоне	на границе санитарно- защитной зоны			

Таблица 8.6 Нормативы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

Производство, Цех, участок	Источни к выброса	Год										Год достиже- ния ПДВ
		2001		2002		2003		2000		ПДВ		
		г/с	т/год	г/с	т/год	г/с	т/год	г/с	т/год	г/с	т/год	
		Взвешенные вещества										
		Организованные источники										
Цех № 1												
Цех № 30												
Итого по предприятию												
		Неорганизованные источники										
Цех № 1												
Цех № 30												
Итого по предприятию												

Примечания.

1. Таблица составляется по каждому загрязняющему источнику.
2. С пятой по десятую графы указываются годы, в которые реализуются мероприятия по снижению выбросов.

3. Для крупных предприятий дополнительно может составляться по требованию геофизической обсерватории сводная таблица нормативов по всем веществам

Для крупных предприятий целесообразно дополнительно приводить обобщенные данные по отдельным цехам.

Таблица 8.7 План мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу города на _____ с целью (наименование предприятия)

достижения нормативов ПДВ

Произ- водст- во, цех	№ источника выброса на карте-схеме предприятия	Меро- прия- тия	Сроки выполнения мероприятий, квартал, год		Затраты на реализацию мероприятий, тыс. руб.	
			начало	оконча- ние	капита- ло- вложе- ния	Основная деятель- ность
1	2	3	4	5	6	7

Вещество	Величина выбросов				Подряд- чик
	до мероприятия		после мероприятия		
	г/с	т/Г	г/с	т/Г	
8	9	10	11	12	13

Примечание.

В графах 6,7 приводятся суммарные значения капитальных и эксплуатационных затрат, в графах 9, 10, 11, 12 - суммарные значения по каждому веществу в отдельности.

Таблица 8.8 Мероприятия по сокращению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в периоды неблагоприятных метеоусловий

График работы источника загрязнения	Цех, участок	Мероприятия на период неблагоприятных метеоусловий	Загрязняющие вещества	Характеристика источника выбросов		
				№ на карте-схеме предприятия (города)	Координаты на карте предприятия, м	
					Точечный источник, центр группы источников или один, конец линейного источника, X ₁ /Y ₁	Второй конец линейного источника, X ₁ /Y ₁
1	2	3	4	5	6	7

Параметры газовойоздушных выбросов на выходе из источника							Степень эффект. меропр., %	Эконом. оценка меропр., руб/ч
Высота, м	Диаметр источ. выбр., м	Скорость, м/с	Объём, м ³ /с	t, °C	Мощн. выбр. до меропр., г/с	Мощность выбр. после меропр., г/с		
8	9	10	11	12	13	14	15	16

Таблица 8.9 Характеристика выбросов вредных веществ в атмосферу при неблагоприятных метеоусловиях

Цех, участок	№ ис- точ- ника выб- роса	Высота источ- ника выб- роса, м	Выбросы в атмосферу														Метод и периодичность контроля на источнике
			Нормальные метеоусловия				Производственный режим в периоды НМУ										
							первый			второй			третий				
							г/с	т/год	%	мг/м ³	г/с	%	мг/м ³	г/с	%	мг/м ³	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Наименование цеха	1																Внешняя фильтрация, ежесменно
	2																
Всего по предприятию	85																
В том числе по градациям высот, м.																	
0-10																	
11-20																	
21-29																	
30-50																	
51-100																	
>100																	

Примечания.

1. В графе 6 указывают, какой процент составляют выбросы конкретного источника (группы) от суммы выбросов всех источников в целом по предприятию.
2. В графах 9,12,15 указывают эффективность разработанных мероприятий для каждого источника (группы).

При проектировании небольшого промышленного объекта типа мелкого карьера по добыче стройматериалов или небольшого асфальтобетонного завода расчет ПДВ пыли, сажи и прочих веществ возможно выполнить по эмпирическим формулам 3.4, 3.5, 3.6 и оперативно разработать мероприятия по снижению выбросов.

Пример. Асфальтобетонный завод выбрасывает 1,5 г/с сажи через трубу высотой 15 м при $M_{ПДВ} = 0,5$ г/с.

Требуемая эффективность очистки составляет

$$\Theta = \frac{1,5 - 0,5}{1,5} \cdot 100 \% = 66,7 \%$$

Для обеспечения указанной эффективности очистки достаточно оборудовать электрофильтр типа СГ или поставить батарейный циклон. При разработке карьера, строительстве асфальтобетонного завода или другого небольшого объекта учитывается расстояние от населенного пункта, роза ветров, рельеф и метеоклиматические условия местности.

8.4 Обеспечение норм шума в жилом массиве

Шум отрицательно влияет на здоровье людей, вызывая ряд серьезных заболеваний. В соответствии с /87/ и “Санитарными нормами допустимого шума” /77,78/ устанавливается его уровень в жилых домах, расположенных вблизи предприятий и транспортных магистралей, – не выше 35 дБ днем, до 25 дБ – в ночное время. В соответствующем разделе проекта необходимо выполнить расчет по уровню шума и наметить план мероприятий по борьбе с шумом в жилой застройке /21,29,158/. Для расчета уровня шума следует учитывать закономерности распределения шума в приземном пространстве в условиях города или, иными словами, законы физики звуковых волн. Приведем формулу определения уровня шума в городских условиях (Карагодина, 1972):

$$Y_n = Y_7 - X_1 - X_2 - X_3 - X_4 - \dots, \quad (8.6)$$

где Y_n – уровень шума на интересующем нас расстоянии n метров от источника шума;

Y_7 – уровень шума на расстоянии 7 м от источника шума;

X_1 – снижение шума в результате сферического характера распространения волн в атмосфере;

X_2 – снижение шума под влиянием неровностей поверхности земли;

X_3 – снижение шума под влиянием зеленых насаждений;

X_4 – снижение шума экранирующими устройствами.

Уровень шума, например, в 7 м от крайнего ряда автомобилей у проезжей

части дороги определяется по формуле /70,72,88,159/

$$Y_7 = 46 + 11,8 \cdot \lg N + \sum x_z, \quad (8.7)$$

где N – интенсивность движения автотранспорта, авт./ч; $\sum x_z$ – сумма поправок, учитывающая отклонения условий от типичных находится по формуле

$$\sum x_z = \pm X_N + X_V \pm X_j + X_{тр}, \quad (8.8)$$

X_N – соотношение общественного и тяжелого грузового транспорта в потоке, увеличивается на 1 дБ на каждые 10 % отклонения от 60 %-ого соотношения автомобилей с карбюраторными двигателями к общему количеству автомобилей; X_V – поправка на отклонение скорости движения (+1 дБ на каждые 10 % отклонения скорости от 40 км/ч); X_j – поправка на уклон дороги (+1 дБ на каждые 2 промилле); $X_{тр}$ – при движении трамвая по средней части улицы поправка составляет +3 дБ.

На практике уровень шума замеряется шумомером, и в условиях городских магистралей в часы «пик» уровень шума (Y_7) составляет порядка 80 дБ. Рассчитаем уровень шума на интересующем нас расстоянии от автомагистрали. Например, на расстоянии $r_n=100$ м уровень шума снизится на величину x_1 :

$$X_1 = 10 \cdot \lg \frac{r_{100}}{r_7} = 10 \cdot \lg \frac{100}{7} = 11,5 \text{ дБ}, \quad (8.9)$$

где r_{100} – точка в 100 м от источника шума; r_7 – точка на расстоянии 7 м от источника шума, где осуществляется замер шумомером.

$$x_2 = K_n \cdot x_1, \quad (8.10)$$

где K_n – коэффициент поглощения шума, составляющий для асфальта – 0,9, для открытого грунта – 1, для газона – 1,1.

$$x_3 = K_3 \cdot x_1, \quad (8.11)$$

где K_3 – коэффициент снижения звуковой энергии зелеными насаждениями, составляющий 1,2 для полосы из 2 рядов деревьев шириной 6 м, средней густоты, с кустарником и 1,5 – для той же полосы с сомкнутыми кронами высотой не менее 7 м с подлеском и кустарником.

Таблица 8.12 Снижение шума за счет экранирующего устройства

Эмпирический параметр, W	Снижение уровня шума x_4 , дБ	Эмпирический параметр, W	Снижение уровня шума x_4 , дБ
1,0	14	3,0	23
1,5	17	3,5	24
2,0	19	4,0	25
2,5	22		

x_4 – определяется по таблице 8.12 после расчета параметра по формуле

$$W = \frac{1,414 \cdot h}{\sqrt{\lambda}} \cdot \sqrt{(a+b)/a \cdot b} \quad (8.12)$$

где λ – длина волны, м (при 500 Гц - $\lambda = 0,68$ м);

h – высота экрана, м; экраном может служить здание, сплошной забор и другие сооружения;

a – расстояние от источника шума до экрана, м;

b – расстояние от экрана до исследуемой точки, м.

Например, при $a = 7$ м, $b = 93$ м, $h = 4,6$ м, $\lambda = 0,68$ м

$$W = \frac{1,414 \cdot 4,6}{\sqrt{0,68}} \cdot \sqrt{100 / 651} = 3,1$$

При $W=3,1$ $X_4=23$ дБ.

В нашем примере расчетный уровень шума на расстоянии 100 м от источника составит: $Y_{100} = 80 - 11,5 - 11,58 - 3,25 - 23 = 20,75$ дБ.

Таким образом, предельно допустимый уровень (ПДУ) шума на территории жилой застройки не превышен как в дневное, так и в ночное время. Если уровень шума выше предельно допустимого, то разрабатывается план мероприятий по его снижению в жилом массиве, обоснование которого подтверждается дополнительными расчетами с использованием формул 7.6-7.12. Нужно добиться, чтобы уровень шума не превышал ПДУ. В случае необходимости прокладки автодороги через населенный пункт, при невозможности его обхода, следует предусмотреть в проекте установку шумопоглощающих и шумоотражающих барьеров и устройство земляных валов, посадку густых кустарников и деревьев и др.

8.5 Системы оборотного промышленного водоснабжения

Строительство и эксплуатация промышленных предприятий, жилых домов, объектов соцкультбыта, автомобильных дорог и других коммуникаций и сооружений приводят к прогрессирующему загрязнению водных источников хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения, рыбохозяйственных водоемов, горизонтов грунтовых вод, рек и озер. Вдоль трасс автомобильных дорог, в связи с применением хлоридных солей при борьбе с гололедом, развиваются процессы техногенного осолонения почв, грунтовых и природных вод. Большой ущерб природной среде наносит неорганизованная мойка автомашин, строительной и иной техники. При этом в водоемы и в почву поступает огромное количество нефтепродуктов, масел, минеральных веществ. Даже нормированный и юридически санкционированный сброс очищенных сточных вод в водоемы является порочной практикой, ведущей к прогрессирующему загрязнению источников водоснабжения и водоемов /63,79/.

Существует только одна альтернатива предотвращения техногенного загрязнения водоемов и источников водоснабжения – полное прекращение сброса сточных вод в водоемы. Осуществить это возможно путем строительства систем оборотного водоснабжения технологических линий как в масштабе отдельных

установок, цехов, предприятий, так и в масштабе промышленного комплекса района, центра /6,7,9,29,93/. В каждом цехе или на небольшом производстве должны работать локальные очистные сооружения, после прохождения которых очищенные сточные воды подаются для повторного технического использования на то же самое или на соседнее производство. Сточные воды, которые не поддаются очистке на локальных очистных сооружениях, должны направляться или в систему малой промышленной канализации (опреснение, сжигание, аккумулялирование или складирование в недрах), или в систему городских очистных сооружений на доочистку с последующей подачей в общегородской промышленный водопровод /93,119/. Ограничимся здесь рассмотрением систем оборотного промышленного водоснабжения небольших производств, использующих сточные воды после очистки их на локальных очистных сооружениях.

Сегодня в стране уже не существует дефицита в типовых и индивидуальных проектах локальных очистных сооружений. Налажен серийный выпуск комплексного оборудования и установок, в том числе установок с прогрессивными безреагентными методами очистки. В качестве примера одного из первых очистных сооружений можно привести сооружение, проект которого разработан институтом МосводоканалНИИпроект. Такие сооружения предназначены для очистки сточных вод с площадок мойки автомашин, с территорий станций технического обслуживания и др. (рисунок 8.3). Загрязненные воды собираются в ливне приемных колодцах, откуда через колодец-ливнесброс, оборудованный переливной стенкой, поступают в вертикальный отстойник. В отстойнике минеральные частицы оседают, а нефтепродукты всплывают на поверхность и при помощи погружной воронки отводятся в масло сборный колодец, а затем подвергаются регенерации или сжиганию. Накопившийся осадок удаляют грязевым (или иловым) насосом. После этого сточные воды в восходящем потоке отдельного отсека вертикального отстойника осветляются, переливаются по лотку в камеру доочистки, где пропускаются через фильтр с двухслойной загрузкой (синтетические волокна и древесные стружки). В очищенных водах содержание нефтепродуктов не превышает 2 мг/л, а взвешенных частиц – 10 мг/л. Эта вода с производительностью 5 л/с повторно используется для мойки автомобилей. Необходимую эффективность работы очистных сооружений (\mathcal{E}) определяют по формуле

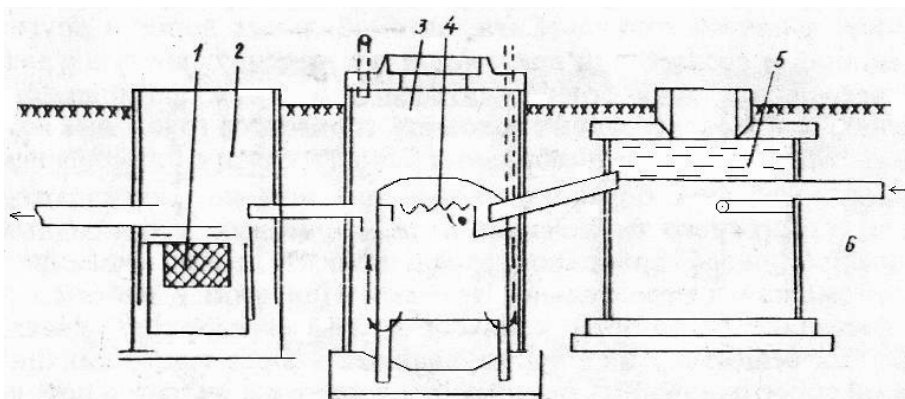
$$\mathcal{E} = \frac{C_{\text{ст}} - C_{\text{ПДК}}}{C_{\text{ст}}} \cdot 100 \%, \quad (8.13)$$

$C_{\text{ст}}$ – концентрация загрязняющего вещества в сточных водах, мг/л;

$C_{\text{ПДК}}$ – предельно допустимая концентрация того же вещества, мг/л.

В локальных сооружениях (рисунок 8.3) эффективность очистки от взвешенных частиц составляет

$$\Xi_B = \frac{\quad}{2100} \cdot 100 = 99,5 \%, \quad (8.14)$$



1 – фильтр с двухслойной загрузкой; 2 – камера доочистки; 3 – вертикальный отстойник; 4 – погружная воронка; 5 – переливная стенка; 6 – колодец - ливнесброс

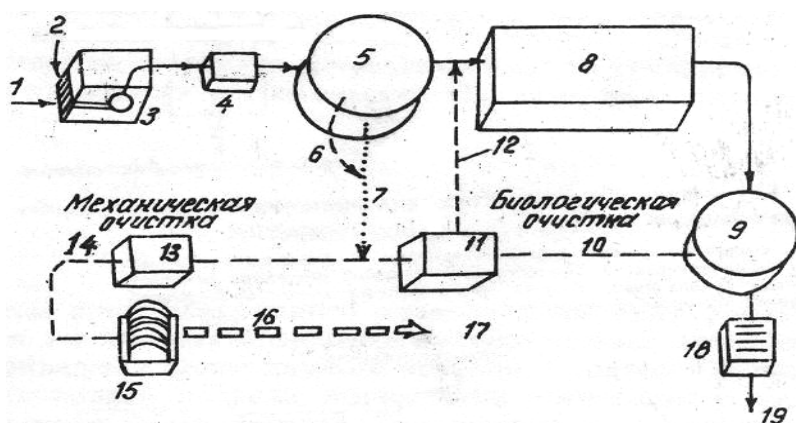
Рисунок 8.3 Схема очистного сооружения

от нефтепродуктов –

$$\Xi_{\text{нп}} = \frac{240 - 2}{240} \cdot 100 = 99,2 \%. \quad (8.15)$$

Достигнутая эффективность очистки сточных вод позволяет использовать эти воды в системе оборотного водоснабжения предприятия.

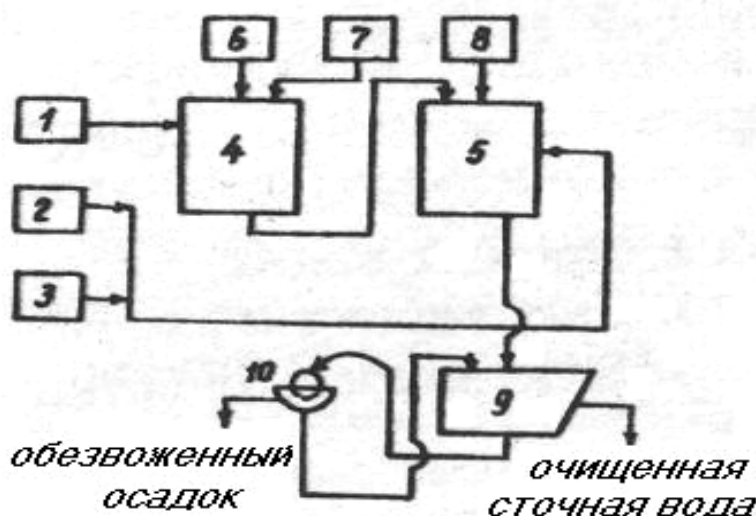
Частичная утилизация сточных вод предусматривается и в проектах сооружений по очистке городских сточных вод, промстоков цехов гальванических покрытий, разборочно-моечных участков, тепловых электростанций (рисунки 8.4, 8.5, 8.6, 8.7).



1 – подача бытовой сточной воды; 2 – решетка; 3 – насосная станция; 4 – песколовка; 5 – ёмкость для первичного отстаивания; 6 – осаждение плавающих загрязняющих веществ; 7 – осадок; 8 – аэротенки или биофильтры; 9 – ёмкость для вторичного отстаивания; 10 – активный ил; 11 – отстойник биологической очистки; 12 – возвратный активный ил; 13 – камера механической очистки; 14 – осадок и избыточный активный ил; 15 – вакуум-фильтр; 16 – кек; 17 – осадок, подлежащий закапыванию в землю или сжиганию; 18 – камера дезинфекции,

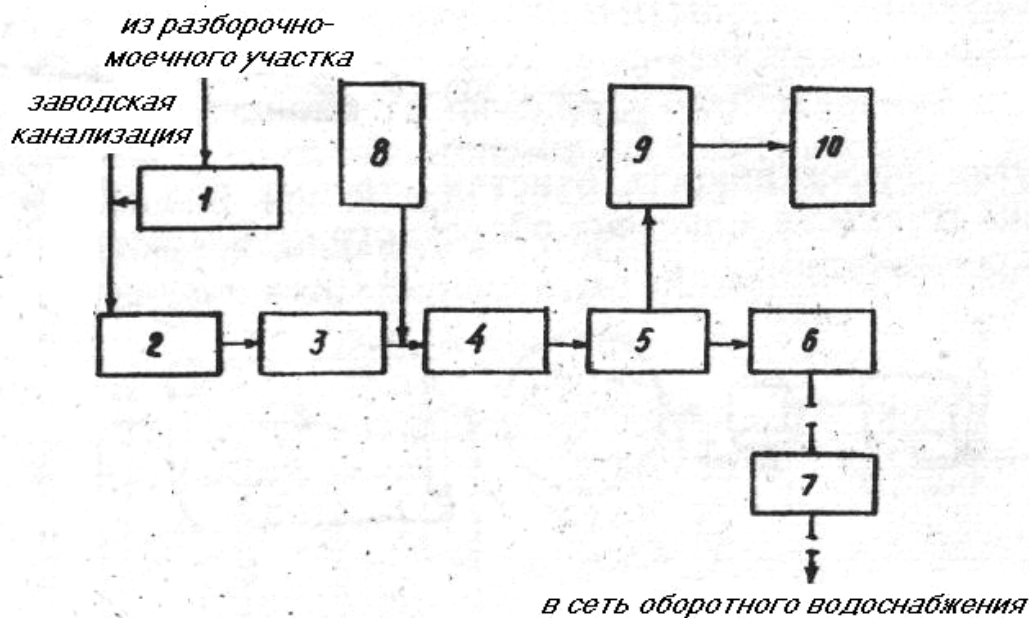
хлорирования; 19 – очищенная сточная вода

Рисунок 8.4 Схема сооружений по обычной очистке городских сточных вод



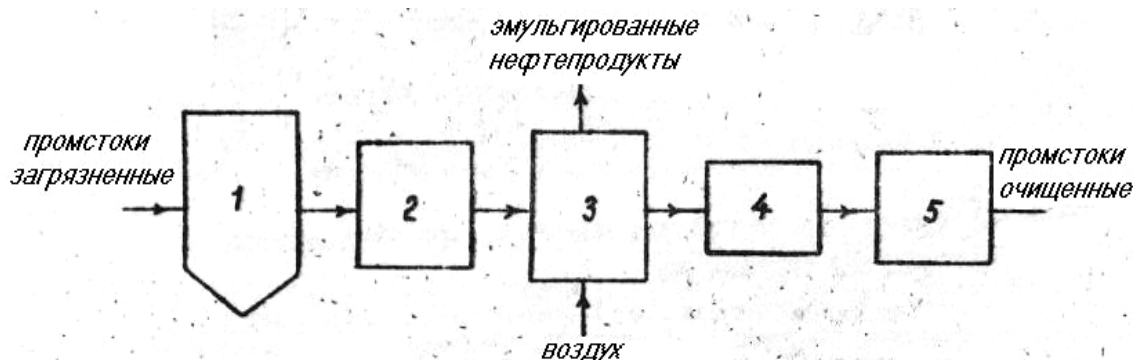
1 - хромсодержащие стоки; 2 - кислые стоки; 3 - стоки, содержащие катионы тяжелых металлов; 4 - очистка от хроматов; 5 - камера нейтрализации; 6 - серная кислота; 7 - биосульфат натрия; 8 - известь; 9 - отстойник; 10 - вакуумфильтр

Рисунок 8.5. Общая схема канализации (и очистки) сточных вод цехов гальванических покрытий



1 - грязеотстойник с бензомаслоуловителем; 2 - усреднитель; 3 - насосная; 4 - смеситель; 5 - отстойник; 6 - сборный резервуар осветленной воды; 7 - насосная; 8 - узел приготовления кислоты; 9 - шламовый насос; 10 - шламонакопитель

Рисунок 8.6. Общая схема очистки производственных стоков разборочно-моечного цеха



1 - бак-усреднитель; 2 - нефтеловушка; 3 - флотационная установка; 4 - механический фильтр с антрацитом; 5 - механический фильтр с активированным углем.

Рисунок 8.7 Схема очистки при повторном использовании нефтесодержащих сточных вод на тепловых электростанциях

В последние годы появилось большое количество разработок компактных установок по очистке сточных вод и подготовке вод хозяйственно-питьевого назначения и в России, и за рубежом. Так, при Курском институте экологической безопасности созданы производственные объединения, включающие крупные московские, Санкт-Петербургские и другие предприятия, где разработан целый ряд компактных транспортируемых модулей. В них широко используется метод напорной флотации. Производительность модулей можно увеличивать от 2 до 40 м³/ч и более. По заключению НИИВОДГЕО, напорной флотацией достигается эффективная очистка сточных вод от нефтепродуктов, жиров и других эмульгированных органических веществ.

Фирмами Технобриджсервис (г. Москва), НТЦ Машэкология налажен серийный выпуск оборудования по очистке сточных вод для нефтебаз, автотранспортных, пищевых и других предприятий, по очистке хозяйственно-бытовых стоков, обезвреживанию и утилизации нефтемаслоотходов, санации нефтезагрязненных почв, продуктов от зачистки резервуаров под нефтепродукты, фильтров для обезжелезивания и доочистки питьевой воды. При этом используются чудодейственные свойства ряда уникальных природных минералов для предотвращения аллергии у населения и, прежде всего у детей. Модульное оборудование, работающее по новым технологиям, может применяться также в очистных сооружениях жилых поселков и практически на любых предприятиях для подготовки питьевых вод, для санации нефтезагрязненных почв. Оборудование по обезжелезиванию, доочистке питьевой воды и деаллергизации населения может широко применяться в условиях широкомасштабного загрязнения воды для удаления не только тяжелых металлов, но и радиоактивных нуклидов в районах ПО «Маяк» в Тозком районе Оренбуржья, в районе Осы Пермской области и пр.

Например, фирма «Инстэб[®]», представляющая собой научно-производственное объединение ряда предприятий, возглавляемых Институтом экологической безопасности специализируется на разработке и серийном

производстве экотехники для очистки сточных вод, обезжелезивания и доочистки питьевой воды, утилизации нефте- и маслоотходов, ликвидации нефтезагрязнений.

Продукция фирмы «Инстэб[®]» используется многими предприятиями России. Такие установки, как флотаторы серии «Инстэб[®] – 1» (конструкция запатентована), двухступенчатые напорные фильтры серии «Инстэб[®] – 2» и комплексы серии «Каскад» пользуются спросом на территориях от северных районов до предгорий Кавказа и от Центрального Черноземья до Сибири.

Блочные малогабаритные установки «Инстэб[®] – 3» для очистки сточных вод и оборотного водоснабжения автомоек, благодаря своей простоте (они практически не требуют пуско-наладочных работ), незаменимы на автопредприятиях, в гаражных кооперативах и других подобных предприятиях.

С помощью запатентованного, экологически чистого сорбента «Эконафт[®]» фирма производит работы по очистке земли от нефте- и маслоотходов с последующей ее рекультивацией и утилизацией отходов, по очистке металлической стружки перед переплавкой от масел и смазочно-охлаждающей жидкости и другие подобные работы.

Заключение

Заключение содержит основные выводы, которые соответствуют задачам, поставленным в самом начале раздела, посвященного геоэкологии и охране окружающей среды. Следует указать важнейшие мероприятия, которые запроектированы при строительстве и эксплуатации объекта и коммуникаций. К ним относятся обустройство санитарно-защитной зоны, обоснованной ширины, посадка определенного количества рядов деревьев и кустарников (назвать их), организация систем оборотного водоснабжения при возведении сооружений по локальной очистке; благоустройство застраиваемой местности с рекультивацией нарушенных земель, осушением болот, закреплением оползневых склонов и барханных песков, укреплении откосов; предотвращение эрозии почв и процессов оврагообразования. Необходимо указать, насколько снизится вредное влияние проектируемого объекта на окружающую среду, как будут решаться вопросы дизайна застраиваемой территории, проанализировать, как повлияет на состояние окружающей среды утилизация вторичных ресурсов в процессе строительства (шлаков, золоотвалов, карьеров и пр.).

9 Системы мониторинга

9.1 Общие положения

Термин «мониторинг» впервые использован в материалах Первой всемирной конференции ООН по охране окружающей среды (Стокгольм, 5-16 июня 1972 г.). Под мониторингом понималось и наблюдение, и получение информации, и элементы управления состоянием окружающей среды. После конференции американец Р. Мэнн /187/ охарактеризовал мониторинг как систему повторных наблюдений за одним или несколькими элементами окружающей природной среды в пространстве и во времени в соответствии с определенными целями и заранее подготовленной программой. Толкование понятия мониторинга у разных авторов неодинаково. Начали выделять мониторинг климатический, биологический, экологический и т. д. /4,136/. Под литомониторингом понимается мониторинг литосферы или геологической среды. Мониторинг подземных вод получил название литогидромониторинга. С нашей точки зрения он представляет собой систему наблюдений, обработки и накопления эколого-геологической информации об изменении гидрогеологического, физико-химического и микробиологического состояния подземной гидросферы под влиянием техногенных и природных факторов. Литомониторинг включает наблюдения за экологическим состоянием геологической среды, в том числе за природными и техногенными факторами. Он содержит геологическую, физико-химическую и микробиологическую оценку материального баланса вещества, определяющего эколого-геологическое состояние конкретного участка (зоны) литосферы; осуществляет прогноз состояния геологической среды под влиянием известных техногенных и природных факторов, а также прогноз предполагаемых объектов (факторов), воздействующих на литосферу, но пока не выявленных. Таким образом, литомониторинг – это система наблюдений, сбора и хранения эколого-геологической информации о состоянии геологической среды, целенаправленной оценки этой информации и прогноза ситуации и, наконец, управленческих решений по стабилизации состояния геологической среды.

Разработкой и реализацией систем литомониторинга занимаются специализированные организации Минприроды (службы мониторинга), размещенные во всех регионах России. Если они будут оснащены самым современным оборудованием, то, без сомнения, смогут удовлетворить все научно-практические потребности нашего хозяйства. Экспрессные и автоматизированные методы определения эколого-геологических параметров в ближайшей перспективе должны вытеснить малопродуктивные и недостаточно точные методы. Создается специальная, контрольная сеть наблюдений за окружающей средой, состоящая из трех уровней: федерального, регионального и местного. Окружающая среда вокруг важнейших объектов контролируется за счет федерального бюджета, региональная сеть наблюдений обеспечивается областным бюджетом, а предприятия, имеющие лицензии на недропользование, отвечают за свои участки систем литомониторинга. Они

обычно заключают договоры со специализированными организациями геологического комитета (Минприроды).

Районы, в которых источники загрязнения расположены в непосредственной близости от наиболее уязвимых к загрязнению объектов, и загрязнение представляет реальную опасность, должны контролироваться систематически и планомерно с учетом режима природных и техногенных факторов. Контроль, например, за состоянием гидросферы, поверхностных и подземных вод начал осуществляться в России именно в форме режимных наблюдений. С 30-х гг. XX столетия на Урале (в Уфе, Кизеле, Свердловске) были организованы гидростанции для выполнения режимных наблюдений за изменениями параметров подземных и поверхностных вод.

9.2 Гидрорежимные наблюдения

На крупных объектах горнодобывающей промышленности, таких как Кизеловский угольный бассейн, Североуральские бокситовые рудники с 30-х гг. XX в. устанавливаются регулярные наблюдения за поверхностными и подземными водами: их уровнем, величиной водопритоков, расходом водотоков, химическим составом, физическими свойствами и температурой.

Режимные наблюдения за подземными и поверхностными водами дают возможность проследить смену указанных параметров во времени, установить общую тенденцию их изменения и выявить районы, участки и отдельные скважины, в пределах которых воды находятся под воздействием техногенных процессов разной степени интенсивности; определить естественные (природные) циклы формирования химического состава вод; произвести гидролого-гидрогеологическое районирование вод с учетом воздействия на них природных и техногенных факторов; на основе системы мониторинга окружающей среды прогнозировать изменение качества питьевых вод на водозаборах централизованного водоснабжения, что особенно важно для маловодных районов.

Режимные наблюдения за подземными водами ведутся, например, на водозаборах питьевых вод и в рамках государственной режимной сети. Материалы по этой сети собираются, обрабатываются, интерпретируются и сводятся в общий справочный документ работниками специальной службы. Результаты наблюдения на водозаборах большей частью, к сожалению, не обобщаются, поскольку цель их — установление соответствия концентраций компонентов требованиям санитарных норм или ГОСТ "Вода питьевая" /80/, хотя эти материалы представляют большую ценность в эколого-гидрогеологическом отношении. При организации наблюдений за подземными водами важно учитывать следующие требования:

- определять при гидрохимическом анализе все компоненты, включая натрий и калий;
- период наблюдений должен быть не менее десяти-одиннадцати лет, поскольку за это время проявится как минимум половина природного цикла формирования химического состава вод, что необходимо для обработки и интерпретации данных;

- параметры воды должны определяться не реже одного раза в месяц, так как при изучении гидрогеологического режима приходится оперировать статистическими приемами и использовать средние данные.

Исследуется каждый водный объект:

1) составляются хронологические графики, отражающие изменение каждого параметра за весь период наблюдений по каждой скважине или объекту. При наличии нужного числа данных обрабатываются результаты анализа макро- и микрокомпонентов. Графиков получается очень много, и все они имеют вид "пилы", поскольку все параметры пресных питьевых вод значительно колеблются. И все же хронологические графики дают возможность увидеть общую тенденцию в изменении значений параметров и содержания компонентов в многолетнем плане, выявить временную (по сезонам года) приуроченность максимальных и минимальных их значений, установить амплитуду их колебаний;

2) строятся интегральные кривые, по которым можно изучить многолетние тенденции поведения компонентов химического состава воды и изменения большого количества параметров. Известно, что в интегральных кривых сконцентрирована обширная информация. Они более «чутко реагируют» на все изменения параметров воды по сравнению с хронологическими графиками и позволяют:

а) судить о продолжительности цикла многолетних изменений параметров; по В.С. Ковалевскому [133, 169], полный естественный (природный) цикл представляет собой синусоиду интегральной кривой, дважды пересекающую ноль графика; построенную по материалам режимных наблюдений интегральную кривую сопоставляют с синусоидой и таким образом определяют продолжительность цикла;

б) выделить на интегральной кривой периоды, в которые, например, концентрация изучаемых компонентов избыточна или недостаточна в сравнении со среднемноголетними значениями. Границами «избыточных» и «недостаточных» периодов служат экстремумы кривой. Однако восходящие и нисходящие ветви кривой не означают повышения или снижения концентраций компонентов, поскольку по оси ординат откладываются не абсолютные значения, а увеличивающийся год от года коэффициент. Последний вычисляется с учетом среднегодовых и среднемноголетних концентраций компонентов;

в) сравнивать особенности гидролого-гидрогеологического режима районов, участков, скважин, устанавливая наличие или отсутствие синхронности режимов. Типизация режимов на основе сопоставления интегральных кривых позволяет использовать типы как основу для гидролого-гидрогеологического районирования территории;

г) утверждать, что интегральные кривые различаются в пределах одного водного объекта: при отсутствии или слабом влиянии техногенеза интегральные кривые имеют плавный характер и синусоидальный вид, при значительном техногенном воздействии кривая приобретает характер ломаной линии, очевидно, как отражение весьма неустойчивого режима;

д) свидетельствовать о том, что наибольший интерес представляют интегральные кривые, построенные по материалам режимных наблюдений за

супертехнофильными элементами — хлором, серой (SO_4^{2-}) азотом (NO_3^-) и углеродом (органическим). Последний, как известно, присутствует в природных водах в неорганической и органической формах. Неорганический углерод (HCO_3^- , CO_3^{2-}) не является загрязнителем. Большое число загрязнителей связано с органическим углеродом: нефтепродуктами, фенолами, пестицидами, органическими кислотами, меркаптанами, бензолами, толуолами, поверхностно активными веществами, ароматическими углеводородами (бенз(α)пиреном, диоксином). Как правило, в настоящее время на водозаборах Урала и Предуралья режимные наблюдения за конкретными органическими соединениями не ведутся. Определяются обычно только суммарные величины — окисляемость воды или биологическое поглощение кислорода (БПК);

3) при обработке данных режимных наблюдений широко применяются также тренд- и факторный анализ. Первый дает возможность отразить общую тенденцию в изменении исследуемых параметров в многолетнем цикле, второй — выявить парную корреляцию между параметрами (путем построения корреляционной матрицы и вычисления коэффициентов корреляции) и определить «вес» факторов, участвующих в формировании этих параметров;

4) в процессе обработки материалов режимных наблюдений обнаруживаются объекты, вода которых может быть названа «чистой», удовлетворяющей питьевым нормам, и - «грязной», не удовлетворяющей нормам по одному или нескольким параметрам. Для таких объектов строятся графики-эпюры, отражающие данные за весь период наблюдений, дающие возможность показать изменение всех макрокомпонентов и их сочетаний на одном графике.

9.3 Научно-методические основы создания систем мониторинга

9.3.1 Интенсивное и в значительной степени одностороннее развитие производительных сил в регионах Урала свидетельствует о необходимости изменения существующей системы контроля над качеством окружающей среды, чтобы предотвратить углубление экологического кризиса. Основными причинами загрязнения и техногенного опустынивания окружающей среды являются:

- отсутствие экологически обоснованных программ и планов природопользования, недостаточное обоснование выбора участков промышленного и гражданского строительства, сельскохозяйственного освоения территорий, неоправданная концентрация населения и автотранспорта в экологически неблагополучных районах, например, в центре Перми, некоторых районах Оренбурга, Орске, Магнитогорске, Челябинске, Новотроицке и Медногорске;

- строительство крупных птицефабрик и животноводческих комплексов с устарелой технологией производства и практикой складирования и удаления помета и навоза, не всегда оправданные масштабы химизации сельскохозяйственного производства;

– отсутствие безотходных и малоотходных технологий на промышленных предприятиях, не обеспеченных эффективными очистными сооружениями и установками;

– профессиональная некомпетентность инженерных служб и руководящих кадров, способных внести конструктивные эколого-экономические изменения в технологию и внедрить систему мониторинга окружающей среды.

9.3.2 Без системы мониторинга не могут быть найдены точные количественные критерии вредного воздействия отдельных предприятий и технологий на окружающую среду и здоровье населения. Промышленностью в России руководят специалисты узкого профиля с исключительно низким уровнем гуманитарного развития. Органы госконтроля за качеством среды не имеют в достаточном количестве хорошо подготовленных кадров, владеющих знаниями о строении и развитии окружающей среды, знакомых с малоотходными и безотходными технологиями. Они только констатируют ухудшение состояния среды. Врачи и гигиенисты отмечают рост заболеваемости и смертности населения, особенно детей. Тревожит распространение генетических нарушений у населения. Число случаев уродства увеличивается в геометрической прогрессии. Угрожающий характер приобрела проблема экологического иммунодефицита.

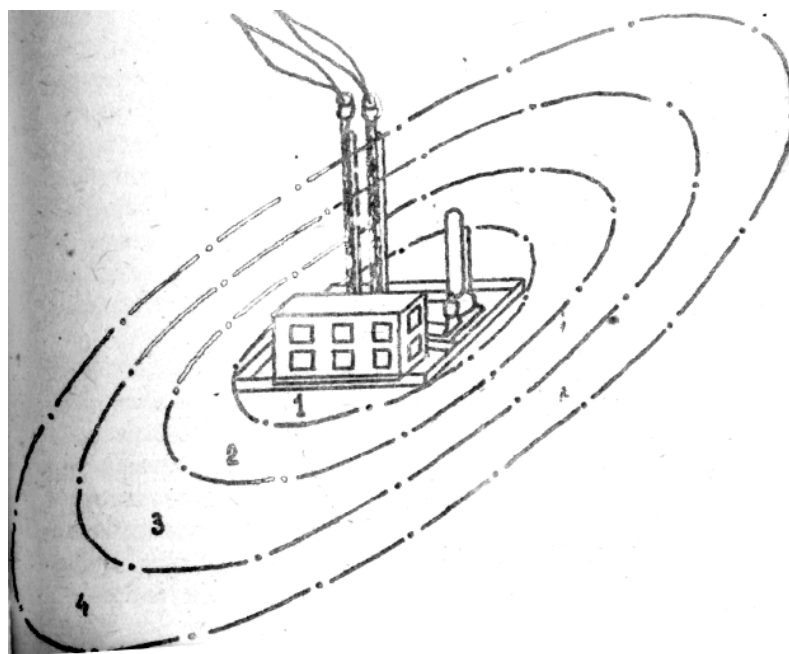
Иными словами, здоровье населения контролируется по одной системе измерения, а природная среда, технология и производство развиваются людьми исходя из другой. Окружающая среда воспринимается, как результат полу стихийного, практически не контролируемого влияния технологии. В районах экологического бедствия (Перми, Екатеринбурге, Медногорске, Челябинске, Новотроицке, Орске и др.) вопрос ставится не об охране окружающей среды, а об охране человека от окружающей среды. И в этом - трагическая реальность. Чтобы города Пермь, Екатеринбург, Челябинск, Оренбург и другие не оказались в таком же положении, как село Мужичья Павловка, жители из которого были выселены, необходимо создать принципиально новую, единую систему мониторинга окружающей среды и здоровья населения.

9.3.3 Управление качеством окружающей среды не без основания связывают с автоматизированными и дистанционными методами и средствами контроля. Это аэрокосмические методы исследования и средства автоматизированного контроля, аналогичные АСУ и ВК. Такие стационарные и передвижные системы контроля уже производят в России в опытно-промышленных и единичных экземплярах. Для их серийного производства отечественной промышленности необходимо наладить выпуск приборов, позволяющих автоматизировать определение физико-химических параметров, обработку данных по любой из программ, с передачей информации на расстояние и последующим использованием и хранением ее в блоках памяти электронной техники. Однако в процессе компьютеризации и автоматизации систем мониторинга можно перейти к управлению качеством окружающей среды на основе применения модульных показателей и схем типизации, а также комплекса геохимических и специализированных карт. В указанный комплекс следует включать карты и схемы, построенные с использованием как наземных, так и аэрокосмических методов. Таковы карты геохимического фона, карты-схемы

источников загрязнения окружающей среды, эколого-гидрогеологические и микробиологические карты, регистрирующие пространственное развитие ареалов загрязнения. В этот комплекс также должны войти схемы типизации геологической среды исходя из уязвимости или, наоборот, устойчивости и защищенности по отношению к загрязнению, карты-схемы, характеризующие народнохозяйственную ценность земель, недр и других природных ресурсов, карты-схемы функциональной деятельности и схемы перспективного размещения производительных сил и планирования техногенной нагрузки.

Эколого-гидрогеологические и микробиологические карты отражают качество среды по состоянию на определенный период времени. Построение таких карт особенно необходимо в случае густо населенных районов с большим количеством источников загрязнения. Эколого-гидрогеологические и гидрогеоэкологические наблюдения, организованные в таком районе за один-два года до строительства новых объектов, позволяют судить об исходном состоянии территории, вовремя ликвидировать очаги загрязнения и разобраться в межведомственных спорах по соответствующим вопросам. Эколого-гидрогеологические и гидрогеоэкологические карты строятся с учетом стадии проектирования сооружений и конкретного назначения карты на ландшафтной, геологической или инженерно-геологической основе и отражают гидрогеоэкологическое состояние района в конкретную декаду или сезон года.

9.3.4 В нефтегазоносных районах, в частности, в Оренбургском газопромышленном, большое количество пройденных глубоких разведочных и эксплуатационных нефтяных, газовых и прочих скважин и горных выработок служит источником загрязнения и осолонения почв и горизонтов пресных подземных вод. Значительная часть физико-химических и бактериологических загрязнений связана с сельскохозяйственными и бытовыми источниками. Ареалы загрязнения изменяются по сезонам, причем, как в размерах, так и в интенсивности проявления. Санитарно-геохимические или микробиологические карты позволяют реализовать систему мониторинга, фиксируя физико-химическое и бактериологическое состояние района, перейти к оценке во времени и пространстве материального баланса вещества, принимающего участие в процессах загрязнения и самоочищения, и, наконец, получить необходимую информацию для прогноза. Инженерно-геологическая и геохимическая типизация территории с большим количеством источников загрязнения предполагает типизацию задач, связанных с прогнозом развития ареалов загрязнения. Типизация таких задач возможна только при комплексном и всестороннем учете природных и техногенных факторов формирования окружающей среды исследуемой территории.



Зоны техногенного воздействия: 1 – с деформациями земной поверхности, нарушениями режима поверхностных и подземных вод, загрязнением всех сред; 2 – с подтоплением территории и загрязнением ОС до уровня ПДК; 3 – с загрязнением ОС до уровня ПДК; 4 – нарушение фоновых условий, но с концентрациями загрязняющих веществ ниже уровня ПДК.

Рисунок 9.1. Схема зональности проявления техногенной нагрузки вокруг крупного предприятия

С большой степенью условности, как уже отмечалось, мы выделяем вокруг предприятия, наносящего окружающим его экосистемам вред, три-четыре зоны (рисунок 9.1). Они различаются по степени изменения ее качества и глубине вторжения человека в природную среду. Чем ближе расположена зона к предприятию, тем значительнее степень изменения качества окружающей среды и биосферы. И даже за пределами выделенных нами зон происходит некоторая трансформация природной среды под влиянием технологий, используемых на предприятиях, находящихся на значительном расстоянии.

Дело в том, что окружающая среда планеты представляет собой единый организм, нездоровье локальных и региональных частей которого в конечном счете оказывает на него влияние. Деграция региональных и локальных составляющих природного организма регистрируется в десятках регионов, но проявления деграции организма в целом сегодня изучаются недостаточно, за исключением явлений «парникового эффекта», вызванных ростом концентрации CO_2 в атмосфере, нарушений озонового слоя, радиоактивного заражения планеты и биосферы, загрязнения экосистем морей, океанов и континентов нефтепродуктами /23,121,146/. Чтобы превратить неуправляемые негативные процессы преобразования техногенно-природной системы и всего природно-техногенного комплекса в управляемые, необходимо выделять и учитывать важнейшие закономерности окружающей среды в процессе природопользования /133,153,164,165,169/.

9.4 Рекомендации по совершенствованию систем мониторинга

Концепция перехода человечества на модель устойчивого развития требует введения жестких ограничений на промышленные выбросы предприятий, повсеместной реализации безотходных и малоотходных технологий и конкретных изменений в природопользовании.

Ноосфера по В.И. Вернадскому – это сфера разума. Человек в своей деятельности достигает высочайшего уровня развития. Вся его хозяйственная и иная деятельность проявляется в техногенных геохимических циклах миграции элементов в биосфере. Геохимические системы, наносящие сегодня огромный ущерб биосфере, должны быть реорганизованы в ноосистемы, в которых идеи В.И. Вернадского о сбалансированности техногенных и природных процессов должны быть полностью реализованы. В качестве инструментов управления природопользованием разработаны и используются три группы моделей – экологических, экономических и плановых – в виде следующих схем типизации:

- народнохозяйственной ценности земель и природных ресурсов (рисунок 9.2);
- устойчивости и защищенности относительно техногенеза (загрязнения, истощения, подтопления). Эти схемы описаны и мы приводим аналогичную схему для бассейна р. Урал (рисунок 9.3);
- прогноза и перспективного размещения производительных сил (рисунок 9.4).

В качестве примера приведем комплекс моделей или схем типизации для Оренбургского газо-промышленного района. В основу первой схемы положены карты и схемы по природным ресурсам (биосферным и минеральным), а также материалы исследований почвоведов Н.Д. Баскакова, Е.В. Блохина, А.И. Климентьева и др. Ими, в частности, выделены агропроизводственные группы земель на основе бонитета почв. При создании моделей учитывались содержание гумуса, мощность гумусового горизонта, физико-химические свойства, механический состав, структура, степень эродированности, солонцеватости, засоленности почв, обеспеченность питательными веществами, а также рельеф, микроклимат, увлажнение. Специалистами Гипрозема (г. Оренбург) выделяется двенадцать агропроизводственных групп почв, каждая из которых характеризуется определенным бонитетом.

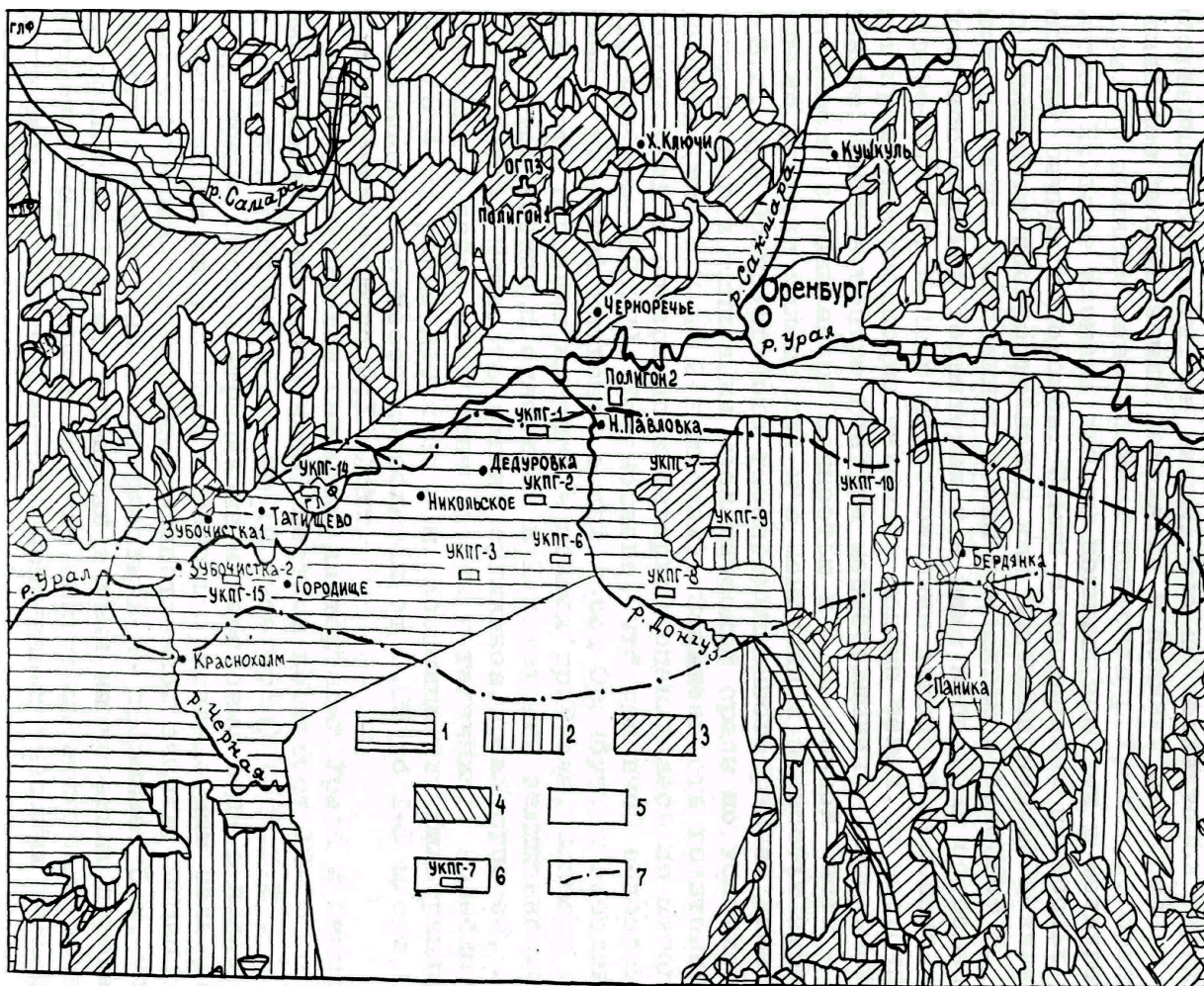
Для типизации почвенного покрова по народнохозяйственной ценности земель, осуществлена генерализация почвенных групп Гипрозема с объединением ряда из них. В Оренбургском газо-промышленном районе выделено 4 группы районов по народнохозяйственной ценности земли (рисунок 9.2):

- 1) наиболее ценные земли включают первую и вторую агропроизводственные группы земель. В первую входят лучшие по плодородию почвы: черноземы обыкновенные лугово-черноземные средне гумусовые с бонитетом 73-78. Во второй группе объединены хорошие по качеству земли с бонитетом 53-78: черноземы южные, темно-каштановые среднемощные, а также пойменные дерново-луговые почвы с лесопосадками, которые являются ценнейшим резервом расширения сенокосных угодий и используются для посева овощных культур (девятая агропроизводственная группа Гипрозема). Эти почвы пригодны для возделывания всех районированных культур;

- 2) ценные земли, включающие третью и четвертую агропроизводственные группы земель. Третью группу образуют земли среднего качества с бонитетом 42-57: черноземы обыкновенные, солонцеватые. К четвертой агропроизводственной группе отнесены черноземы южные, темно-каштановые, солонцеватые с бонитетом 37-43. Это земли чуть ниже среднего качества. Они пригодны для культур полевого севооборота;
- 3) земли пониженной ценности, включающие пятую и шестую агропроизводственные группы. Это земли ниже среднего качества с бонитетом 24-45: черноземы южные, темно-каштановые с солонцами и эродированными почвами (седьмая группа). Эти земли пригодны для культур сплошного сева;
- 4) малоценные земли, с бонитетом 13-27. Это солонцеватые и солончаковые виды лугово-черноземных почв (восьмая и десятая агрогруппы) и солонцы степные (двенадцатая группа). Эти земли почти не используются в сельском хозяйстве.

Наиболее ценные земли и природные ресурсы (лес, пресные подрусловые воды и пр.) находятся в долинах рек Урала и Сакмары, а также левобережных притоков Урала – Бердянке и Донгуз. Ценные земли приурочены также к междуречью Урала и Сакмары. Земли пониженной ценности занимают относительно небольшие площади на юго-востоке района и небольшие островки на северо-западе. Контур Оренбургского нефтегазоконденсатного месторождения на западе охватывает наиболее ценные земли, а на востоке – ценные. Только в центре месторождения имеются небольшая территория пониженной ценности земли и маленькие участки земель малоценных и пониженной ценности.

Схема перспективного размещения производительных сил строится с

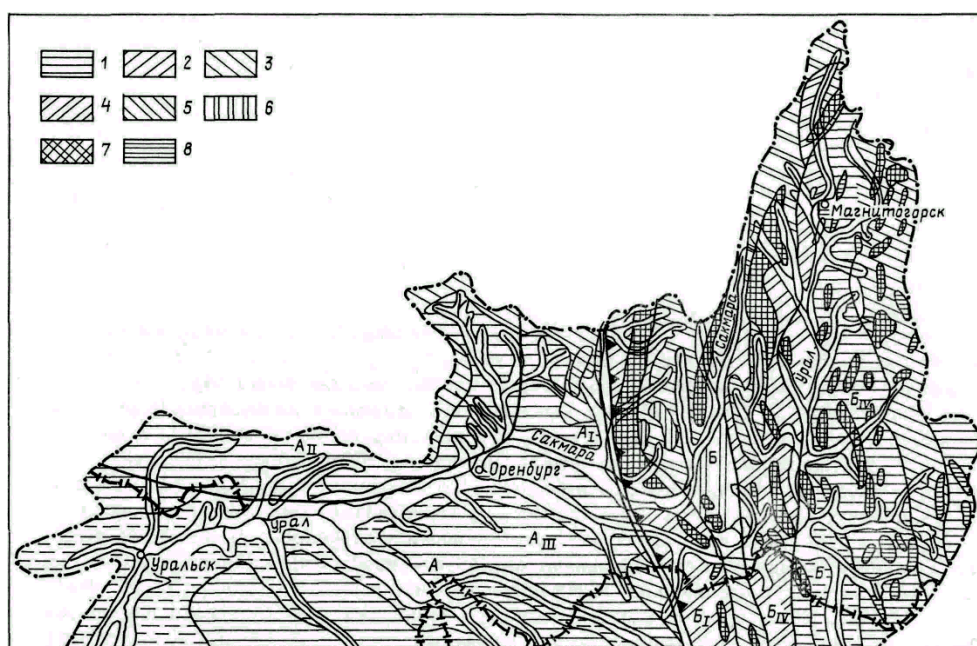


1 - наиболее ценные земли; 2 - ценные; 3 - с пониженной ценности; 4 - малоценные; 5 - государственный лесной земельный фонд; 6 - установка комплексной подготовки газа и ее номер; 7 - контур Оренбургского ГКМ.

Рисунок 9.2. Схема типизации территории Оренбургского района оплодотворенная.

использованием всего комплекса карт и схем этой территории. Она должна играть роль схемы перспективного планирования производительных сил. Такие схемы составляются путем наложения или синтеза схем типизации по устойчивости к техногенному вторжению (загрязнению) и схем типизации по народнохозяйственной ценности земель и природных ресурсов. Районы и

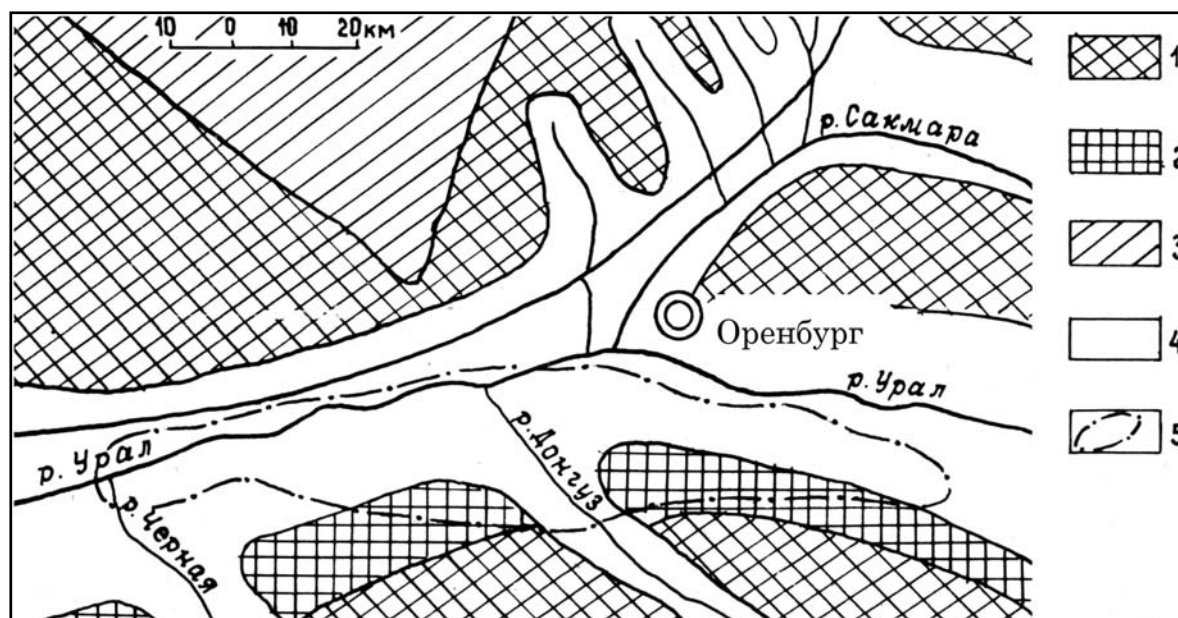
участки с повышенной устойчивостью (защищенностью) и невысокой народнохозяйственной ценностью земель перспективны для застройки, в том числе, экологически опасными объектами. И, наоборот, районы, неустойчивые к загрязнению или максимально уязвимые в этом смысле и одновременно имеющие земли с высокой народнохозяйственной ценностью, требуют максимальных ограничений в природопользовании и проведения особых мероприятий при освоении.



Типы районов: 1 - исключительно устойчивый к загрязнению, с большой мощностью (более 20 м) слабопроницаемых покровных отложений, пониженными расчлененностью рельефа, проницаемостью и водоносностью пород (K_{ϕ} менее 0,01 м/сут), практически неограниченного хозяйственного использования; 2 - устойчивый к загрязнению, с повышенной мощностью (10 - 20 м, иногда - 5-10 м) слабопроницаемых покровных отложений, относительно невысокими расчлененностью рельефа, проницаемостью и водоносностью пород (K_{ϕ} меньше 0,05 м/сут, прослоями до 1-5 м/сут), широкого хозяйственного использования; 3 - пониженной устойчивости к загрязнению, с небольшой мощностью и неповсеместным развитием покровных слабопроницаемых отложений (чаще до 5 м, изредка до 10 м), с повышенной расчлененностью рельефа, заметной проницаемостью и водоносностью пород (K_{ϕ} 0,5 см/сут, участками 1-5 м/сут), некоторыми ограничениями в хозяйственном

использовании; 4 - неустойчивый к загрязнению, с крайне неповсеместным развитием маломощных (не более 3-5 м) слабопроницаемых покровных отложений, высокой или повышенной степенью расчлененности рельефа, повышенной проницаемостью и водоносностью пород ($K_f=1$ -- 20 м/сут), ограничениями в хозяйственном использовании; 5- весьма неустойчивый к загрязнению, с почти повсеместным отсутствием достаточной мощности слабопроницаемых покровных отложений, невысокой расчлененностью рельефа, но высокой проницаемостью и водоносностью (K_f до 20-50 м/сут) поровых и порово-пластовых коллекторов аллювиальных отложений, образующих совместно с взаимосвязанными с ними водоемами зоны сосредоточения подземных и поверхностных вод, крайне ограниченного хозяйственного использования, 6 - исключительно неустойчивый к загрязнению, аналогичный предыдущему типу, но зоны сосредоточения подземных вод представлены трещинно-жильными и трещинно-карстовыми коллекторами с коэффициентами фильтрации до 100 м/сут и более, развитыми преимущественно в горноскладчатой части региона, исключительно ограниченного хозяйственного использования, рекомендуется режим, близкий к заповедному, с санитарно-защитными зонами контроля. Инженерно-геологические регионы и районы: регион А - Юго-Восточная окраина Русской платформы с районами: A_I - Сакмаро-Бельской возвышенности, A_{II} - возвышенности Общего Сырта, A_{III} - Прикаспийского понижения. Регион Б - Горноскладчатый Урал с районами: B_I - Низкогорья западного склона, B_{II} - Среднегорными, низкогорными хребтами и плоскогорьями осевой части Урала, B_{III} - Низкогорными хребтами восточного склона Урала, B_{IV} - Зауральской возвышенной равнины. Границы: 7 - регионов, 8 – районов.

(защищенности) подземных вод и геологической среды по отношению к загрязнению и самой низкой народнохозяйственной ценностью земель и природных ресурсов. Этот тип районов рекомендуется к неограниченному использованию в народном хозяйстве. При застройке этого типа районов, даже при сооружении экологически опасных объектов, необходимые мероприятия по охране подземных вод и окружающей среды ограничиваются планировкой местности (обычно срезкой) и локализацией поверхностного стока. Достаточно высокая устойчивость территории к загрязнению и относительно невысокая ценность земель и природных ресурсов позволяют рекомендовать этот тип районов к широкому хозяйственному использованию с минимальными затратами на природоохранные мероприятия.



Районы геоэкологически обоснованного использования: 1 – районы практически неограниченного использования, где охрана окружающей среды сводится к планировке (срезке) и локализации поверхностного стока; 2 – районы широкого хозяйственного использования с минимальными затратами на охрану окружающей среды; 3 – районы ограниченного использования со значительными затратами и с очень большими затратами на охрану окружающей среды от загрязнения; 4 – районы, рекомендуемые к исключительно ограниченному использованию; 5 – контур Оренбургского газоконденсатного месторождения.

Рисунок 9.4. Геоэкологическая схема перспективного размещения производительных сил.

На геоэкологической схеме перспективного размещения производительных сил выделяется третий тип: районов с ограниченным хозяйственным использованием и со значительными природоохранными затратами, а также с весьма ограниченным использованием и с очень большими затратами на охрану подземных вод и геологической среды. Наконец, выделяется четвертый тип районов с исключительно ограниченным хозяйственным использованием, к которому относятся поймы рек с зонами сосредоточения поверхностных и подземных вод. Такого рода схемы должны иметь органы административной власти подведомственной территории, строители и проектировщики при размещении новых сооружений. Повсеместное внедрение таких схем в процесс планирования и проектирования поможет постепенно перейти к модели устойчивого развития, избежать дальнейшего загрязнения подземных вод и техногенных нарушений окружающей среды. Использование приведенных схем позволит обосновать размещение новых объектов, усовершенствовать системы нормирования водо- и землепользования, разработать нормы внесения удобрений на сельхозугодьях.

Схема перспективного размещения производительных сил должна быть обоснована как с экологических, так и с экономических позиций. На ней

синтезирована информация о типизации окружающей среды по устойчивости к загрязнению и по народнохозяйственной ценности земель и природных ресурсов. Основные материалы для этих схем следует собирать в период изысканий, предшествующий разработке технических проектов крупнейших предприятий района. Управление качеством и окружающей среды предполагает более обоснованное размещение новых, опасных в санитарном отношении сооружений, умеренное использование удобрений и ядохимикатов, а также исключение из практики стихийности в формировании геотехнических систем (ноосистем) или, как их ещё называют, природно-техногенных комплексов (ПТК), обоснование включения в их состав наиболее устойчивых к загрязнению блоков земной коры, организацию в пределах зон сосредоточения пресных подземных и поверхностных вод и наиболее ценных земель строгого режима и санитарно-защитных зон.

Окружающая среда при вторжении в нее человека рассматривается нами как пространство, заполненное веществом, обладающим некоторой физико-химической и биологической активностью. Отходы производства взаимодействуют с веществом окружающей среды, происходит взаимное изменение их состава, улучшающее или ухудшающее санитарную обстановку. Именно с этих позиций следует воспринимать использование блоков земной коры в технологических схемах, например, водоподготовки. При закачке техногенных растворов в недра можно и необходимо добиваться преобразования среды в сторону улучшения ее качества. В случае использования в технологии предприятий в качестве геохимических и гидродинамических барьеров блоков пород из зоны активного водообмена продолжительность взаимодействия пород с жидкостями не должна превышать нескольких суток, а в отдельных случаях – нескольких месяцев. На геохимических барьерах благодаря, например, сорбции и хемосорбции происходит локализация загрязнителей в форме нерастворимых соединений. На основе комплекса приведенных ранее научно-методических приемов, схем и карт, а также результатов анализа материалов по эталонным участкам мы подходим к созданию схемы наиболее рационального размещения производительных сил, которую можно рассматривать в качестве схемы их перспективного территориального планирования /114/.

Такие схемы позволят проектировщикам, плановым и исполнительным органам власти избежать дальнейшего загрязнения почв, поверхностных и подземных вод, поскольку предоставят материал для обоснования размещения новых строительных объектов, совершенствования системы нормированного водо- и землепользования, внесения удобрений, локализации отходов, организации лесомелиоративных работ и т.д. Указанные схемы совместно с планами рационального размещения производительных сил целесообразно составлять для территориально-производственных комплексов, районов и предприятий.

С целью создания эффективной системы пространственно-временного наземно-дистанционного мониторинга окружающей среды и технологии соответствующей территории предлагается схема комплексной их оценки. Комплексность оценки наблюдений гарантируется использованием данных,

полученных с привлечением различных методов, а динамичность мониторинга достигается систематическим (многократным за год) контролем за окружающей средой в фиксированных точках района. В разрабатываемую региональную систему контроля среды обитания как компонент включается не только литогидромониторинг, но и пространственно-временной, геохимический, микробиологический и дистанционный мониторинг, основанный на регистрации и анализе количественных и качественных параметров управляемой геосистемы (или ноосистемы). Главной целью функционирования системы пространственно-временного мониторинга следует считать выработку управленческих решений, стратегии и тактики рационального природопользования. Для этого должна быть дана эколого-гидрогеологическая и санитарно-гигиеническая характеристика окружающей среды района, а также определена направленность техногенных преобразований территории. Схема комплексного применения наземных гидролого-гидрогеологических, геохимических, биологических методов и дистанционных, а также других наземных методов наблюдений в связи с созданием системы мониторинга окружающей среды региона (района) представлена на рисунке 9.5.

Анализ качественно-количественных параметров бактериальных популяций и их сопоставление с уровнем загрязнения воды позволяют выявить действие техногенных стрессов химической природы. Например, содержание в воде г. Оренбурга и Оренбургского района нефтепродуктов отражается на степени общей микробной обсемененности и в значении коли-индекса. А.Я. Гаевым установлено, что более высокое содержание в воде нефтепродуктов (0,055 мг/л) способствует не только повышению степени ее общей микробной обсемененности (на 62,9 %), но и к увеличению значения коли-индекса (на 21,1 %) /166, с.155/. А.И. Гриценко выявлена прямая зависимость между уровнем загрязнения воды нефтепродуктами и уровнем антилизоцимной активности популяций санитарно-показательных бактерий /166/. Микробиологические наблюдения под контролем факторов бактериальной персистенции (антилизоцимный признак) можно, таким образом, использовать для биоиндикации химических стрессоров, например, нефтепродуктов. О наличии таких стрессоров свидетельствуют результаты исследования Оренбургского района в 1990 г. /166, с. 156-157/.

Схема пространственно-временного, наземно-дистанционного мониторинга Оренбургского газопромышленного района предполагает использование микробиологического метода в комплексе с другими наземными и дистанционными методами при контроле и наблюдении за подземными водами и окружающей средой района.

Рекомендуемая система мониторинга окружающей среды района, включающая блок литогидромониторинга, предусматривает применение дистанционных, наземных, геохимических, микробиологических методов, а также методов промсанитарии. В контрольную сеть наблюдений входят профили отбора атмосферных осадков и снегового покрова, почвенных горизонтов и грунтов, сеть водопунктов с режимным отбором поверхностных, подземных и сточных вод, профили отбора проб растительности, включая кормовые культуры для домашнего скота и птицы. Сеть наблюдений и периодичность опробования намечаются с учетом схемы типизации территории по устойчивости к загрязнению и интенсивности техногенной нагрузки и на основе принципа представительности проб по мере снижения устойчивости среды к загрязнению и роста техногенной нагрузки в пределах зон влияния наиболее крупных источников загрязнения.

При создании систем мониторинга сначала сезонно отбирается и

анализируется большая партия проб на содержание всех компонентов окружающей среды, включая отходы производства. После формирования базы данных, установления размеров и форм ареалов загрязнения на участках важнейших источников загрязнения, режимная сеть и количество анализируемых компонентов в окружающей среде (почвах, водах, растениях и отходах производства) обоснованно сокращается. Расположение пунктов наблюдения и их число должны меняться с изменением площади и интенсивности развития ареалов загрязнения, а также скорости и масштабов процессов деградации загрязнителей. Выбор пунктов и корректировка сети наблюдений осуществляются с учетом расположения источников загрязнения и объектов, нуждающихся в особой охране (заповедники, заказники, плодородные почвы, водозаборы, зоны сосредоточения пресных подземных и поверхностных вод и др.). При создании сети мониторинга, включающей блок литогидромониторинга, следует максимально использовать имеющуюся в районе сеть наблюдений за подземными водами и окружающей средой, принадлежащую различным ведомствам. Такая сеть должна охватывать водозаборы хозяйственно-питьевого назначения, створы и водопункты наблюдения за состоянием водоемов, наблюдательные скважины и горные выработки иного назначения, находящиеся в ведении организаций Минприроды, Газпрома, нефтяных компаний и др., объекты производственных лабораторий предприятий. Использование дистанционных методов, единой межведомственной сети наблюдений обеспечивает эффективность затрат на создание системы мониторинга. Мониторинг-центры созданы на базе служб бывшего Геолкома и Минприроды.

П Р И Р О Д Н Ы Е К О М П О Н Е Н Т Ы С Р Е Д Ы

Атмосф. Воздух, осадки	Почвы, грунты	Недра	Поверх- ностные, подзем- ные воды	Расти- тель- ность	Живот- ный мир	Зона по- вышенного риска
------------------------------	------------------	-------	--	--------------------------	-------------------	--------------------------------

Т Е Х Н О Г Е Н Н Ы Е К О М П О Н Е Н Т Ы

Сельско- хозяйст- венные	Промыш- ленные	Геотехно- логические	Транс- портные	Энерге- тические	Бытовые
--------------------------------	-------------------	-------------------------	-------------------	---------------------	---------

М Е Т О Д Ы И С П О С О Б Ы Р Е Г И С Т Р А Ц И И , И Н Д И К А Т О Р Ы И П А Р А М Е Т Р Ы

Дистанционные		Наземные	
Аэрокосмиче- ские методы: специализиро- ванные, спект- роанализные, синтезиро- ванные съемки	Геодинамические, геолого-тектони- ческие, неотектони- ческие, геоморфоло- гические, литологи- ческие, инженерно- геологические,	Гидролого-гидро- геологические, гидрохимические, геохимические	Фито- и зоологи- ческие, микро- биологические Характеристики Индикаторных видов

СТРУКТУРА МОНИТОРИНГА, СЕКТОРЫ МОНИТОРИНГ-ЦЕНТРА

Дистанционный	Литогидромониторинга	Санитарно-геохимический	Биологический	Промышленной санитарии	Реализации рекомендаций
---------------	----------------------	-------------------------	---------------	------------------------	-------------------------

ПОЛУЧЕННЫЕ ДАННЫЕ

Степень и глубина техногенных нарушений	Геодинамическое моделирование	Санитарно-геохимическое и биологическое состояние ОС	Прогноз техногенного преобразования ОС
---	-------------------------------	--	--

РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА

Разработка стратегии и тактики рационального природопользования	Снижение заболеваемости населения	Проектирование ноосферы
---	-----------------------------------	-------------------------

Рисунок 9.5 Схема пространственно-временного, наземно-аэрокосмического мониторинга региона (района)

Профилактика и ликвидация источников загрязнения на основе работы мониторинг-центров должна осуществляться (но пока не осуществляется) путем разработки и внедрения малоотходных и безотходных технологий, систем замкнутого бессточного водопользования, своевременной утилизации отходов производства, совершенствования системы землепользования, рекультивации нарушенных земель с проведением масштабных мероприятий по озеленению и лесомелиорации. Поэтому в мониторинг-центрах должны быть организованы секторы по реализации его рекомендаций, которые могут привлечь на хоздоговорных началах любых разработчиков, производственные, строительные и иные организации.

Профилактика и ликвидация источников загрязнения предполагает, прежде всего, выполнение требований производственной санитарии: ликвидацию утечек загрязненных вод, нефтепродуктов, борьбу с коррозией металлических и бетонных частей промышленных сооружений (источников загрязнения), организацию зон санитарной охраны. Такие зоны создаются то вокруг охраняемых и производственных объектов, являющихся главными источниками загрязнения среды. С целью профилактики используются инженерные устройства вокруг источников загрязнения (завесы, геохимические барьеры и пр.). Одним из важнейших профилактических мероприятий служит научно обоснованное размещение производственных объектов, производственных и коммунальных свалок и отстойников, а также контрольной сети наблюдений за состоянием подземных вод и окружающей среды.

Отходы производства (ливневые, хозфекальные, попутные нефтяные) и любые сточные воды необходимо строго учитывать (осуществлять ревизию и паспортизацию их, составлять каталоги), кроме того, следует организовать их

селективное складирование и оперативное использование в народном хозяйстве. Разработка и планирование мероприятий по охране окружающей среды является составной частью планирования производственного и социально-культурного развития предприятий и территориально-производственных комплексов. Мероприятия по охране окружающей среды планируются и проводятся в рамках комплексных схем охраны природы города, района, региона, предприятия, хозяйства.

Аэрокосмические материалы позволяют исследовать геосистемы или природно-техногенные системы как локально, регионально, так и в планетарном масштабе. Изучение региона, района с разной степенью генерализации материалов обеспечивает стройность исследований в системе мониторинга: объект-район-регион-планета. Такой подход дает возможность получать оперативную информацию, которая интерпретируется по контрольным точкам нашего мониторинга интегрально по всем звеньям мониторинга. Спектрзональное изучение территории позволяет выявить закономерности строения окружающей среды и динамику происходящих в ней процессов. В случае необходимости дополнительной информации она собирается также аэровизуальными и визуально-инструментальными методами. На эталонных участках наблюдения по системе мониторинга выполняются более детально и их результаты экстраполируются на ближайшую территорию. Результатами работы систем мониторинга должны стать картографические материалы, отражающие:

- особенности строения окружающей среды, ее санитарно-геохимического состояния и биологической продуктивности на охраняемых природных территориях до сооружения техногенных объектов с их технологиями;
- качество окружающей среды (почв, грунтов, отходов производства, поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха, растительности, микрофлоры) в зонах вторжения технологии в природную среду;
- закономерности строения окружающей среды, ее типизацию по защищенности, уязвимости или устойчивости по отношению к техногенному воздействию и по ценности земель и других природных ресурсов и инженерной инфраструктуры территории;
- схемы и модели природопользования, не только существующие, но и прогнозируемые, не допускающие отклонения показателей окружающей среды от санитарных нормативов и уменьшение продуктивности биогеоценозов ниже заданного уровня.

Систему геоэкологического мониторинга следует рассматривать в качестве инструмента нормирования техногенной нагрузки при разработке и внедрении систем квот на выбросы и сбросы предприятий. Такие системы необходимо разработать на локальном, региональном, и глобальном, планетарном уровне. Без обще планетарной системы управления невозможен переход человечества на модель устойчивого развития.

Системы наземно-аэрокосмического мониторинга следует сначала внедрить в экологически неблагополучных районах, чтобы предотвратить в них дальнейшее углубление экологического кризиса, а затем распространить на всю территорию планеты.

Задания и вопросы

1. Охарактеризуйте свое представление о системах мониторинга. Попробуйте создать различные схемы таких систем, включив туда природные и техногенные объекты.
2. Какие причины побудили человечество создавать системы мониторинга?
3. Дайте историческую справку возникновения и формирования систем мониторинга.
4. В чем сходство и различие гидрорежимных станций наблюдения и систем мониторинга?
5. Какие методы и технические средства используются и следует использовать, по вашему мнению, в системах мониторинга?
6. Охарактеризуйте возможности дистанционных методов в системах мониторинга. Как подразделяются эти методы по видам и масштабности работ?
7. Как, по вашему мнению, должны взаимодействовать отдельные блоки и уровни систем мониторинга различных объектов, районов, регионов и стран?
8. Вы – руководитель предприятия. Составьте схематично генплан предприятия, указав основные элементы природной обстановки и инженерной инфраструктуры. Дайте и охарактеризуйте схему системы мониторинга вашего предприятия. Как эта система, по вашему мнению, должна взаимодействовать с системами мониторинга города, района, региона, планеты?

СЛОВАРЬ ПО ГЕОЭКОЛОГИИ

При составлении словаря использованы: «Экологический словарь» (С. Делятицкий и др., 1993); «Словарь по инженерной геологии» (В. Д. Ломтадзе, 1998); «Природопользование» (Н. С. Реймерс, 1994); «Энциклопедический словарь», 1998; «Геологический словарь» в двух томах. М.: Недра, 1978 ; «Охрана окружающей среды или введение в геоэкологию» (А. Я. Гаев, 2001); «Главные направления охраны природы на Урале» (А. Я. Гаев, 1991), некоторые нормативные документы.

А

АБИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ В ЭКОСИСТЕМАХ – факторы, разделяющиеся на радиацию (космическая, солнечная) с ее вековой, годовой и суточной цикличностью; на зональные, высотные и глубинные ф. распределения тепла и света с градиентами и закономерностями циркуляции воздушных масс; ф. литосферы с ее рельефом, различным минеральным составом и гранулометрией, тепло- и влагоемкостью; ф. гидросферы с градиентами ее состава, закономерностями водо- и газообмена.

АБСОРБЕНТ – жидкость или твердое тело, поглощающее газ, растворенное вещество или энергию во всем своем объеме.

АБСОРБЦИЯ – поглощение вещества или энергии всей массой (объемом) поглощающего тела (другого вещества): газа – жидким или твердым веществом, любого загрязнителя – ими же; ослабление света при прохождении через вещество, поглощение звука телами.

АВАРИЙНЫЙ ВЫБРОС – непреднамеренный выброс загрязняющих веществ в окружающую среду (воду, почву, атмосферу) в результате аварий на технических системах, очистных сооружениях и т. п. По характеру близок к залповому выбросу.

АВТОРЕГУЛЯЦИЯ В ПРИРОДЕ – взаимодействие в природной системе, основанное на прямых и обратных функциональных связях, ведущее к динамическому равновесию или саморазвитию всей системы. Осуществляется на принципах системного управления.

АГЛОМЕРАЦИЯ – (городская) пространственно и функционально единая группировка поселений городского типа, составляющая общую социально-экономическую и экологическую систему.

АГРЕССИВНАЯ ВОДА – вода с повышенной способностью к химическому разрушению металлов, бетона и других материалов. Особенно высока агрессивность вод, содержащих соли аммония, соляную, серную и иные кислоты; повышенной агрессивностью обладают, неочищенные воды, воды, загрязненные за счет смыва с полей химических удобрений, атмосферная влага, насыщенная загрязняющими воздух соединениями азота и серы (т. наз. кислотные дожди). Для многих организмов высокоагрессивные воды являются неприемлемыми или неблагоприятными для существования. Агрессивность воды к бетону может быть сульфатной, общекислотной, углекислотной, магниевой

АГРОБИОЦЕНОЗ (от греч. agros – поле, греч. bios – жизнь и греч. koinos – общий) – сообщество растений, животных и микроорганизмов, созданное

искусственно или регулярно поддерживаемое человеком. Основа А. – возделываемые растения одного или нескольких видов, обладающие высокой продуктивностью. К А. относятся сельскохозяйственные поля, защитные лесополосы и лесопосадки, осушенные болота, пастбища, водохранилища, каналы. Из животных в А. преобладают насекомые, главным образом вредители растений. Поэтому А. не обладают способностью к саморегулированию, и их устойчивость определяется частотой и интенсивностью техногенного воздействия.

АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ – система лесохозяйственных мероприятий, направленная на улучшение почвенно-гидрологических и климатических условий местности, делающих ее более благоприятной для ведения сельского хозяйства; основана на создании полезащитных полос, облесении оврагов, крутых склонов и песков.

АДАПТАЦИЯ – эволюционно возникшее приспособление организмов к условиям среды, выражающееся в изменении их внешних и внутренних особенностей (*биол.*); любое приспособление органа, функции или организма к изменяющимся условиям среды (*мед.*); совокупность реакций экосистемы, поддерживающих ее функциональную устойчивость при изменении условий среды.

АДСОРБЦИЯ – поглощение различных веществ из растворов или воздушной среды поверхностями тел (адсорбентов). Различают: физическую адсорбцию, когда молекулы, накопившиеся на поверхности адсорбента, сохраняют свою индивидуальность; хемосорбцию, т. е. поглощение газов, растворенных веществ, жидкими и твердыми сорбентами с образованием химически связанных соединений.

АККЛИМАТИЗАЦИЯ – преднамеренный ввоз какого-либо вида в район, где он ранее не обитал, в целях обогащения естественных сообществ полезными для человека видами или уничтожения (путем конкуренции) вредных. Процесс А. проходит обычно 3 фазы (интродукцию, адаптацию к новым условиям и занятие новой экологической ниши, натурализацию). А. – известный с глубокой древности вид хозяйственной деятельности человека, когда люди, кочуя с места на место, переносили с собой семена съедобных или декоративных растений, переселяли домашних животных (собаку, козу и др.), однако этот процесс длительное время проходил стихийно. С накоплением биологических, особенно геоэкологических знаний, появился научный подход к вопросам А. растений и животных.

АККУМУЛЯЦИЯ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ ОРГАНИЗМАМИ – накопление в живых организмах химических веществ, загрязняющих среду обитания. Напр., поскольку объем поедаемой пищи за длительное время значительно превышает массу потребителя, а загрязнители не во всех случаях полностью выводятся из организма с выделениями, на каждом следующем уровне экологической пирамиды (трофической цепи) создается многократно более высокая концентрация стойких загрязнителей.

АКСЕЛЕРАЦИЯ – резкое убыстрение роста и созревания особей, а также увеличение их размеров.

АКТИВНЫЙ ИЛ – ил, образующийся при биологической очистке сточных вод в аэротенках, аккумулирующий в себе большое количество микроорганизмов и вследствие этого интенсивно окисляющий органические загрязняющие вещества.

АЛАРМИЗМ – научное течение, акцентирующее внимание на катастрофичности последствий воздействий человека на природу и необходимости принятия немедленных решительных мер для оптимизации системы «природа–общество». От экологического алармизма следует отличать экономический алармизм.

АЛЛЕРГИЯ – состояние повышенной и (или) извращенной реактивности живого организма по отношению к определенным веществам, преимущественно органическим, развивающаяся при повторном воздействии этих веществ; А. получила широкое распространение в связи с загрязнением окружающей среды.

АЛЬБЕДО – величина, характеризующая соотношение между потоком солнечной радиации, попадающим на различные предметы, почвенный или снежный покров, и количеством такой радиации, поглощенной или отраженной ими; отражательная способность поверхности тела.

АМПЛИФИКАЦИЯ – увеличение за счет внутренних ресурсов способности организма нейтрализовать воздействие, оказываемое на него окружающей средой.

АНАЭРОБЫ – организмы, способные жить при отсутствии кислорода благодаря бескислородному типу получения энергии путем расщепления органических и неорганических веществ (брожения).

АНТРОПОГЕН – последний из геологических периодов от возникновения рода Человек до современности продолжительностью, по разным воззрениям, от 1,8 до 5,5 млн. лет.

АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ – влияние деятельности человека на окружающую среду: изменение состава и режима атмосферы, рек, океанов, а также почв при загрязнении продуктами технологии и радиоактивными веществами, нарушение состава и структуры экосистем.

АРЕАЛ – область распространения на земной поверхности систематической группы живых организмов, сообществ. Этот термин также применяется для обозначения площади распространения загрязняющих веществ в почвах, водах и пр. В этом случае можно говорить об А. загрязнения.

АРКОЛОГИЯ (архитектура и геоэкология) – раздел архитектуры, разрабатывающий методы создания сооружений, вмещающих целые поселения в целях экономии пространства для сохранения «дикой природы».

АТМОСФЕРА ЗЕМЛИ (от греч. *atmos* – пар и греч. *sphaira* – шар) – газовая (возд.) оболочка, связанная с Землей силой тяжести и вращающаяся вместе с ней. Высота А. превышает 1300 км, масса составляет ок. $5,15 \times 10^{15}$ т. Разделяется на тропосферу, стратосферу, мезосферу, термосферу и экзосферу. 80 % массы сосредоточено в тропосфере до высоты 10–18 км. Состав А. у поверхности Земли – 78,1 % азота, 21 % кислорода, 0,9 % аргона, остальные доли процента – углекислый газ, водород, инертные газы. До высоты 20 км А. содержит водяной пар (до 3 %) и пыль. На высоте 10 – 15 км – озоновый слой. Давление и плотность воздуха А. 3. С высотой убывают, тяжелые газы сменяются на более легкие гелий и водород.

АУТЭКОЛОГИЯ – раздел геоэкологии, изучающий действие различных факторов среды (преим. абиотических) на отдельные популяции и виды (ср. *Синэкологию*).

АЭРАЦИЯ – естественное или искусственное поступление воздуха в какую-нибудь среду (воду, почву и т. д.). Может производиться при помощи технических средств или путем ликвидации преграды (льда, масляной пленки и т. д.), препятствующей естественному доступу воздуха к поверхности воды. А. воды – обогащение воды кислородом воздуха.

АЭРОБЫ – организмы, способные жить в среде, содержащей кислород (ср. *Анаэробы*).

АЭРОЗОЛЬ – твердые или жидкие частицы в атмосфере с малыми скоростями осаждения. А. с жидкими частицами – туман, с твердыми частицами – дым.

АЭРОТЕНК – искусственное сооружение в виде проточного резервуара для биологической очистки сточных вод от органических загрязнений путем окисления их микроорганизмами, находящимися в аэрируемом слое. При аэрации кислородом аэротенки называются окситенками. Интенсивность деятельности микроорганизмов при этом увеличивается в 8 раз. Глубина 4–5 м, ширина до 10 м, длина до 150 м.

Б

БАЛАНС ЭКОЛОГИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ – количественное сочетание экологических компонентов, обеспечивающее экологическое (естественное природное) равновесие, что позволяет формироваться и поддерживаться экосистеме определенного типа.

БЕДЛЕНД – ландшафт, сильно расчлененный длительной эрозией глинистых, часто засоленных толщ в условиях засушливого климата, почти лишен растительности, обычно не пригоден для сельскохозяйственного освоения.

БЕЗОПАСНОСТЬ РАДИАЦИОННАЯ – мероприятия, направленные на предохранение производственного персонала и населения от ионизирующего излучения; в РФ установлены нормы годового облучения (годовой радиационной нагрузки): для профессионалов, работающих с радиоактивными веществами, – 5 рентген (5 бэр), для населения, проживающего вблизи АЭС и подобных производств – 0,6 рентген (500 мбэр). Вопрос о Б. р. при низких дозах облучения спорен. Ряд специалистов считает, что мутагенным эффектом обладает даже природный радиационный фон.

БЕЗОТХОДНАЯ (МАЛООТХОДНАЯ) ТЕХНОЛОГИЯ – экологическая стратегия промышленного производства, включающая комплекс мероприятий, обеспечивающих минимальные экологические издержки и потери природных ресурсов при максимальной экономической эффективности. Б. Т. базируется на двух основных предпосылках: а) природные ресурсы должны добываться один раз для комплексного производства всех возможных продуктов, а не каждый раз – для одного из них; б) создаваемые продукты должны иметь такую форму, которая позволила бы после использования по прямому назначению рентабельно превращать их в исходные элементы нового производства.

БИОГАЗ – смесь газов; примерный состав: метан – 55–65 %, углекислый газ – 35–45 %, примеси азота, водорода, кислорода и сероводорода. Б. образуется в

процессе разложения отходов, навоза, соломы, илового осадка и органических бытовых отходов анаэробными микроорганизмами при участии бактерий метанового брожения. Используется как топливо. На свалках, не оборудованных системами газового дренажа, активно загрязняет приземную атмосферу; является причиной возникновения взрыво- и пожароопасных ситуаций.

БИОГЕОЦЕНОЗ (от греч. *bio* – жизнь, греч. *ge* – Земля и *koinos* – общий) – элемент биосферы, представляющий собой однородный, естественный природный комплекс с определенным составом и механизмом взаимодействия живых (биогенных) и косных (биотоп – приземный слой атмосферы, почва, солнечная энергия и др.) компонентов: лес, луг, река, озеро и т. п. Термин предложен В. Н. Сукачевым (1940); является синонимом понятия *ЭКОСИСТЕМА* (см.), но не совпадает с ним полностью.

БИОИНДИКАТОР – группа особей (или сообществ) растений и животных (например, лишайники, сине-зеленые водоросли, ракообразные и др.) одного вида, по наличию и состоянию которых, а также поведению судят об изменениях в среде, в том числе о присутствии и концентрации загрязнителей.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД – один из наиболее распространенных методов очистки воды, при котором происходит минерализация органических веществ микроорганизмами – сапробионтами. Для этого используются мелководные пруды, биофильтры, аэротенки, окситенки.

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ – способность организмов, их сообществ и биоценозов в целом производить биологическую продукцию, оцениваемую количественно величиной биомассы (в граммах углерода или сухого органического вещества), получаемой с единицы площади (1 кв. м, 1 га) или в единице объема – для водоемов (1 куб. м) за единицу времени (за год). Оценка продуктивности отдельных популяций осуществляется с учетом их биомассы, относительной скорости прироста и времени полного возобновления.

БИОЛОГИЧЕСКИЙ КРУГОВОРОТ ВЕЩЕСТВ – это безотходное биологическое производство биосферы или нормально развивающееся взаимодействие биотических и косных элементов, в основе которого лежит фотосинтез зеленых растений. Поглощая солнечную энергию, минеральные компоненты, влагу почв и углекислоту атмосферы, зеленые растения синтезируют органические соединения, которые используются в пищу животными, насекомыми, микробами. Сложные органические соединения (целлюлоза, крахмал, углеводы и пр.) в процессе жизнедеятельности биоценоза подвергаются минерализации, превращаясь в минеральные соли, окислы, кислоты, поступают в почву и вновь усваиваются растениями.

БИОМАССА – выражаемое в единицах массы количество живого функционирующего вещества тех или иных организмов (популяций, сообществ), отнесенное к единице площади или объема (в г/м² или мг/м³). Определяется для сырого, сухого, иногда обеззоленного состояния. Общий запас биомассы Земли достигает $18,4 \times 10^{11}$ т, из которых $3,9 \times 10^9$ т в морях и океанах. Различаются фитомасса, зоомасса и масса микроорганизмов.

БИОПОЛЕ – поле деятельности живых организмов, на котором проявляются электромагнитные явления, связанные с биоэнергетическими процессами.

БИОПОЛИТИКА – расистская политика, представители которой пытаются оправдать некоторые политич. агрессивные или прямые военные акты, исходя из биологического, особенно расового превосходства.

БИОСФЕРА (от греч. био... и ...сфера) – оболочка Земли с активным проявлением биоценозов, охватывающая поверхность суши, нижнюю часть атмосферы, гидросферу, педосферу и верхнюю часть литосферы. В Б. живое вещество биоценозов и среда их обитания (биотопы) органически взаимосвязаны и взаимодействуют, формируя целостную биодинамическую геохимическую систему. Термин Б. ввел геолог Э. Зюсс (1875), учение об эволюции живой природы заложил еще задолго до Ч. Дарвина Ж. Б. Ламарк (1802). Учение о Б., об активной оболочке Земли, в которой совокупная деятельность живых организмов проявляется как геохимический фактор планетарного значения и масштаба, разработал В. И. Вернадский.

БИОСФЕРНЫЕ ЗАПОВЕДНИКИ – охраняемые, наиболее характерные, эталонные участки биосферы в различных географических областях мира. Всемирная система Б. з. с 1973 г. создается в рамках международной научной программы «ЮНЕСКО» «Человек и биосфера». Б. з. предназначены для сохранения в естественном виде природных экосистем определенных биогеографических областей и их генофонда, постоянного и всестороннего наблюдения за состоянием и ходом разнообразных природных процессов. Во всем мире создано (1988) ок. 300 Б. з., представляющих наиболее характерные экосистемы различных биогеографических провинций. Теоретически Б. з. рассматриваются как саморегулирующиеся природные системы, поэтому они должны быть достаточно крупными и экологически обособленными от соседних экосистем.

БИОТА: 1) исторически сложившийся комплекс живых организмов, обитающих на какой-то крупной территории, изолированной любыми барьерами; 2) совокупность организмов, населяющих любой произвольно выбранный регион (напр., Б. государства, области, района и т.д.).

БИОТЕХНОЛОГИЯ: 1) пограничная между биологией и техникой научная дисциплина и сфера практики, изучающая пути и методы изменения окружающей человека природной среды в соответствии с его потребностями; 2) совокупность методов и приемов получения полезных для человека продуктов и явлений с помощью биологических агентов, процессов и технологий.

БИОФИЛЬТР (биологический фильтр) – сооружение для биологической очистки сточных вод, построенное на принципе постепенного прохождения очищаемых масс либо через толщу фильтрующего материала, покрытого активной микробиологической пленкой, либо через пространство, занятое искусственно созданным сообществом организмов-«очистителей», например через заросли камышей.

БИОЦЕНОЗ (от греч. био... и koinos – общий) (ценоз) – исторически сложившаяся совокупность растений, животных и микроорганизмов, населяющих данный участок пространства суши, водоема, земной коры и характеризующаяся определенными взаимоотношениями между собой и степенью приспособленности к условиям окружающей среды.

БОНИТЕТ – экономически значимая характеристика хозяйственно ценной группы объектов или угодий, отличающая их от других подобных образований (напр., Б. леса, Б. почвы).

В

ВЕЩЕСТВО ВРЕДНОЕ: 1) химическое соединение, которое при контакте с организмом человека может вызывать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья (ГОСТ 12.1.007-76); 2) химическое вещество, вызывающее нарушения в росте, развитии или состоянии здоровья организмов, а также могущее повлиять на эти показатели со временем, в том числе в цепи поколений.

ВЕЩЕСТВО ЖИВОЕ – совокупность тел живых организмов, населяющих Землю, вне зависимости от их систематической принадлежности. Численно выражается в элементном хим. составе, массе и энергии. Понятие введено В. И. Вернадским в его учении о биосфере и роли живых организмов в круговороте веществ и энергии в природе. Живое вещество имеет специфический хим. состав с преобладанием С, Н, N, O, Ca, Na, Mg, Al, Si, S, Cl, P. Общий вес живого вещества оценивается величиной $2,4 - 3,6 \times 10^{12}$ т (в сухом весе).

ВЕЩЕСТВО ОРГАНИЧЕСКОЕ 1) В химии – то же, что и органич. соедин. или соедин. углерода с другими элементами; 2) в геологии – сложная смесь природных органич. соединений, являющаяся малым компонентом почв, морских и озерных осадков, осадочных горных пород, а также поверхностных и подземных вод. Первоисточник О. в. – в осн. растения. Различают гумусовое, сапропелевое и липтобиолитовое О. в. Среднее содержание О. в. в осадочных породах около $15 - 20 \text{ кг/м}^3$. О. в. составляет осн. массу углей и горючих сланцев и предположительно является источником нефти и горючих газов. Темпы общемировых потерь живого О. в. в ходе хозяйственной деятельности оцениваются (в млрд. т/год): сведение лесов – 4,5; почвенная эрозия – 0,45; окисление гумуса на возделываемых землях – 0,3; избыточная пастба – 0,7; дефляция аридных земель – 0,06; др. причины – 1–2. Суммарно потери составляют более 5–6 млрд. т/год.

ВИБРАЦИЯ – сложный колебательный процесс с широким диапазоном частот, возникающий в результате передачи переменного давления (колебаний энергии) от какого-то механического источника (в том числе при сопротивлении), одна из форм физического загрязнения среды. Измеряется в логарифмических единицах уровней, а не абсолютными значениями величин, в децибелах (дБ). Принято выделять В. локальную – механические колебания, передающиеся через опорные поверхности на тело сидящего или стоящего человека. В. вызывает вибрационную болезнь.

ВИТАЛИЗМ – учение о качественном отличии живой природы от неживой, о принципиальной несводимости жизненных процессов к физико-химическим законам неживой природы, о наличии в живых телах особых факторов, отсутствующих в неживых.

ВИРУСЫ – мельчайшие (от 20 до 400 миллимикрон) частицы – вироспоры, представляющие собой наборы нуклеиновых кислот (ДНК и РНК), «упакованных» в белковую оболочку. Размножаются только в клетках растений

или животных, часто вызывая опасные заболевания (оспа, ящур, грипп, паротит, полиомиелит и т.д.) животных и человека, а также растений и бактерий.

ВОДА АРТЕЗИАНСКАЯ – вода, залегающая между, водоупорными слоями и образующая водонапорные подземные бассейны. При избыточном гидростатическом давлении она изливается на поверхность или фонтанирует.

ВОДА ОЧИЩЕННАЯ – вода, доведенная до содержания в ней количества примесей, не превышающего естественного фона или допустимой величины (ПДК).

ВОДА ПИТЬЕВАЯ – вода, в которой бактериологические, органолептические показатели и показатели токсических химических веществ находятся в пределах норм питьевого водоснабжения.

ВОДА ПРОМЫШЛЕННАЯ – вода, компонентный состав и ресурсы которой достаточны для извлечения этих компонентов в промышленных масштабах.

ВОДА ТЕХНИЧЕСКАЯ – вода, кроме питьевой, минеральной и промышленной, пригодная для использования в народном хозяйстве.

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ – воды рек, озер, каналов, водохранилищ, подземных вод, ледников и пр., пригодные для использования в народном хозяйстве. Из общих запасов воды на Земле (1454,3 млн км³) менее 2% относится к пресным водам, а доступны для использования всего 0,3%. В процессе влагооборота на Земле запасы пресных вод непрерывно возобновляются. Поэтому В. р. на Земле теоретически могут быть неисчерпаемы.

ВОДНЫЙ КАДАСТР – систематизированный свод сведений о водных ресурсах страны. Содержит данные учета вод по количественным и качественным показателям, их потреблению и использованию. Составляется по регионам или бассейнам (Государственный водный кадастр).

ВОДООХРАННАЯ ЗОНА – территория с особым режимом хозяйственной деятельности или охраны с целью предотвращения истощения, загрязнения и засорения водных объектов.

ВОДОПОЛЬЗОВАНИЕ – использование воды в качестве среды или механического источника энергии без изъятия ее из водоема, например для водного транспорта, рыбного хозяйства, гидроэнергетики, лесосплава и пр.

ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ – сопровождается забором воды из источника для хозяйственно-питьевых нужд, промышленности, сельского хозяйства и т. д. При этом вода может возвращаться или не возвращаться обратно в водоем (ГОСТ 17.1.1.03 – 86).

ВОДОХОЗЯЙСТВЕННАЯ РЕКУЛЬТИВАЦИЯ – создание в понижениях техногенного рельефа водоемов различного назначения. Возможна только в случаях, когда дно и откосы горнотехнических выемок сложены нетоксичными породами.

ВОДОХРАНИЛИЩЕ: – искусственный водоем значительной вместимости, образованный обычно в долине реки водоподпорными сооружениями для регулирования ее стока и дальнейшего использования в народном хозяйстве.

ВОДЫ АРТЕЗИАНСКИЕ – межнапорные пластовые воды осадочного чехла платформ и межгорных впадин. Обычно залегают на глубине нескольких

десятков метров и более от поверхности земли, отличаются более или менее постоянным режимом, составом и свойствами.

ВОДЫ БОЛОТНЫЕ – воды, связанные с болотными отложениями. Для них характерно высокое содержание органических веществ и оксидов железа. Обычно имеют кислую реакцию среды и агрессивны по отношению к сооружениям из бетона и металла.

ВОДЫ ГРУНТОВЫЕ – подземные воды первого от поверхности земли водоносного горизонта (водоносной зоны), подстилаемого водоупорным горизонтом. Имеет свободную поверхность, называемую зеркалом грунтовых вод. Область распространения В.г. обычно совпадает с областью их питания.

ВОДЫ ЗОНЫ АЭРАЦИИ – подземные воды, находящиеся в порах и пустотах горных пород, залегающих от поверхности земли до уровня грунтовых вод или до поверхности зоны капиллярного поднятия над водоносным горизонтом. Зона аэрации сообщается с наземной атмосферой. В.з.а. могут удерживаться на поверхности частиц в заземленном виде, в капиллярах или в виде пара, а в зимнее время в виде льда.

ВОДЫ ЗОНЫ МНОГОЛЕТНЕЙ МЕРЗЛОТЫ – подземные воды зоны распространения многолетнемерзлых пород. Их подразделяют на надмерзлотные, межмерзлотные и подмерзлотные.

ВОДЫ ИЛОВЫЕ – воды, заполняющие поровое пространство современных аквальных и субаквальных осадков – илов.

ВОДЫ КАРСТОВЫЕ – подземные воды, заполняющие карстовые пустоты в горных породах. Карбонатного, сульфатного и галлоидного состава В.к. – особый класс подземных вод, отличающийся своеобразным режимом, химическим составом и нередко – большой производительностью.

ВОДЫ КАРЬЕРНЫЕ – поверхностные и подземные воды, поступающие в карьер. Они могут осложнить производство горных работ, а при стоке или откачке их из карьера, негативно влиять на окружающую среду: заболачивать территорию, загрязнять почвы, поверхностные и подземные воды.

ВОДЫ КИСЛЫЕ – природные или техногенные воды с $pH < 7$, содержащие различные кислоты: серную, угольную, гуминовую и др.

ВОДЫ ЛИВНЕВЫЕ – воды, формирующиеся в результате сильных ливней, стекающие со склонов по оврагам и балкам бурными потоками, вызывающие паводки на реках равнин, а на горных реках и на горных склонах – сели и интенсивное развитие овражно-балочных явлений в районах распространения легко размываемых горных пород.

ВОДЫ МИНЕРАЛИЗОВАННЫЕ (обычно в приложении к грунтовым водам) – воды, содержащие в заметном количестве (более 1 г/л) минеральные вещества. Различают солоноватые (1–5 г/л) соленые воды (5–35 г/л) и рассолы (более 35 г/л растворимых солей).

ВОДЫ МИНЕРАЛЬНЫЕ – обычно подземные; характеризуются повышенным содержанием некоторых биологически активных компонентов (CO_2 , H_2S , As и др.), часто имеют повышенную температуру и радиоактивность. Применяются обычно для санаторно-курортного лечения, в качестве столовых питьевых. В промышленности – для извлечения ценных компонентов. Термальные В. м.

используют в теплоэнергетике. В соответствии с ГОСТ выделяют минеральные столовые (питьевые), лечебные и лечебно-столовые воды, имеющие минерализацию не ниже бальнеологических норм, принятых для питьевых минеральных вод. В. м. подразделяются на следующие бальнеологические группы: соленые и рассолы; углекислые; радоновые; кремнистые термальные; железистые; мышьяковистые и с повышенным содержанием некоторых элементов (Mg, Cu, Zn и др.); слабоминерализованные с высоким содержанием органических веществ (типа «Нафтуса»).

ВОДЫ НИТРАТНЫЕ – воды, главным анионом которых является NO_3^- . Наиболее распространены В. н. техногенного происхождения, формирующиеся под влиянием зоотехнологических (фермы, животноводческие, свиноводческие комплексы, птицефабрики, зверофермы) и бытовых (септики (см), неканализованная застройка и др.) источников загрязнения окружающей среды. В. н. содержат также ионы NO_2^- и NH_4^+ . Общая концентрация соединений азота может достигать 10 г/л; в таких водах формируются даже нитрогели. В некоторых случаях В. н. формируются и в природных условиях.

ВОДЫ ПОВЕРХНОСТНЫЕ – воды, распространенные на поверхности земли: речные, озерные, болотные, морские, воды водохранилищ, каналов, прудов и др. искусственных водоемов.

ВОДЫ ПРЕСНЫЕ – воды с минерализацией менее 1 г/л.

ВОДЫ, ПРИГОДНЫЕ ДЛЯ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ – воды, отвечающие требованиям санитарных норм, принятых в России. Это пресные воды, имеющие хорошие показатели физических свойств (прозрачность, цвет, запах, вкус и др.), в которых содержание химических компонентов не превышает допустимых санитарных норм, чистые в бактериологическом отношении и не содержащие вредных загрязняющих компонентов.

ВОДЫ ПРИРОДНЫЕ – воды атмосферные, поверхностные и подземные. В. п. могут содержать газы (CO_2 , H_2S , O_2 , CH_4 и др.), органические и минеральные вещества. Из минеральных веществ наиболее распространены ионы Na^+ , Ca^+ , Mg^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Cl^- , SO_4^{2-} , HCO_3^- , NO_3^- , кремниевая кислота. По классификации Н. С. Курнакова – М. Г. Валяшко с дополнениями Валукониса, выделяются сульфатный, хлоридный, карбонатный (содовый) и кислый типы вод. Типы делятся на подтипы и группы вод.

ВОДЫ ПРОМЫШЛЕННЫЕ – воды, содержащие некоторые компоненты в концентрациях, позволяющих их извлекать и использовать для хозяйственных и промышленных целей. К В. п. относятся соленые воды и рассолы, из которых извлекают поваренную соль, другие соли, йод, бром, легкие металлы (Li, B, Na, K, Mg, Ti).

ВОДЫ СТОЧНЫЕ: 1) воды, бывшие в производственном, бытовом или сельскохозяйственном употреблении, а также стекающие с какой-либо загрязненной территории. Различают В. с. промышленные, сельскохозяйственные, коммунально-бытовые, ливневые.

ВОЗВРАТНОЕ (ОБОРОТНОЕ) ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ – система, позволяющая после очистки повторно использовать воду.

ВОЗДЕЙСТВИЕ НА КЛИМАТ – изменение глобальной энергетики Земли в результате накопления углекислого газа, парникового эффекта, загрязнения атмосферы пылью и «отепляющими» газами (метаном, фреонами), прямого выброса энергии и т.п. Предполагается, что при сохранении нынешних тенденций В. на к. средняя температура приземного слоя воздуха может в XXI в. повыситься на 1,5–4,5 °С при современном уровне порядка 14,7 °С).

ВОСПРОИЗВОДСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ – комплекс мероприятий, направленных на искусственное поддержание природных ресурсов и сохранение экосистемы в продуктивном состоянии.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ – доведение запасов тех или иных видов природных ресурсов до уровня, предшествовавшего их истощению в результате хозяйственной деятельности человека.

ВРЕМЕННО СОГЛАСОВАННЫЕ ВЫБРОСЫ (ВСВ) устанавливают для старых предприятий на определенный срок, в течение которого эти выбросы должны быть снижены до уровня ПДВ (см.) за счет ввода в эксплуатацию новых очистных сооружений и др. мероприятий.

ВСЕМИРНАЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ (ВМО) – межправительственное учреждение ООН, существующее с 1947 года. Цель ВМО – содействие международному сотрудничеству в развитии метеорологич. наблюдений и исследований и координации деятельности национальных метеорологич. и гидрологич. служб. Штаб-квартира находится в Женеве (Швейцария). В ВМО входит Всемирная служба погоды (ВСП), включающая в себя три мировых метеорологических центра, – в Москве, Вашингтоне и Мельбурне.

ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ (ВОЗ) – Организация Объединенных наций, деятельность которой направлена на борьбу с особо опасными болезнями, разработку международных санитарных правил. Основана в Женеве в 1946 году.

ВСЕМИРНАЯ СТРАТЕГИЯ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ (ВСОП), объявленная (5 марта 1980 года) большинством стран мира, – стратегия охраны живой природы, подготовленная Международным союзом охраны природы и природных ресурсов (МСОП) при консультации, сотрудничестве и финансовой поддержке Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП), Всемирного фонда дикой природы (ВВФ), продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), ЮНЕСКО и др. международных неправительственных организаций. Основные цели ВСОП сводятся к определению важнейших потребностей в деле сохранения природы, определению путей и методов, выявлению экосистем и видов животных, наиболее нуждающихся в экстренных мерах по их охране, доступному объяснению причин, обуславливающих необходимость своевременного принятия мер по охране природы и указанию источников информации по этим вопросам, доведению до общественности мысли о том, что сохранение природы является одним из необходимых элементов процесса сбалансированного социально-экономического развития.

ВСЕМИРНАЯ ХАРТИЯ ПРИРОДЫ – международный природоохранный документ, принятый в 1982 году Генеральной Ассамблеей ООН, который

возлагает на все государства ответственность за сохранение нашей планеты и ее богатств.

ВСЕМИРНЫЙ ДЕНЬ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (5 июня) – учрежден по предложению делегаций Японии и Сенегала на Конференции ООН по окружающей среде, состоявшейся 5–16 июня 1972 года в Стокгольме (Швеция). Отмечается во всем мире ежегодно для привлечения внимания мировой общественности к проблемам охраны окружающей среды.

ВСЕМИРНЫЙ ФОНД ОХРАНЫ ДИКОЙ ПРИРОДЫ (WWF-World Wildlife Fond) – международная общественная организация, субсидирующая действия по охране и изучению исчезающих и редких видов животных, растений и их мест обитания. Основана в 1961 году. Отделения в 27 странах. Работает в тесном контакте с МСОП, ЮНЕСКО, ОАО и др. Издает ежегодник и газету. Осуществлено (к 1988 г.) ок. 3000 проектов по охране природы на сумму ок. 60 млн. долларов.

ВЫБРОС – кратковременное или за определенное время (час, сутки) поступление в окружающую среду от группы предприятий, предприятия или человека любых загрязнителей. Различают: 1) В. от отдельного источника; 2) суммарный В. на площади нас пункта, региона, государства или группы государств, планеты в целом.

ВЫБРОС ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЙ (ПДВ) – объем (количество) загрязняющего вещества за единицу времени, превышение которого ведет к неблагоприятным последствиям в окружающей природной среде или опасно для здоровья человека (ведет к превышению предельно допустимых концентраций – ПДК – в окружающей источник загрязнения среде); В. залповый – единовременный концентрированный выброс значительного количества загрязняющих веществ в окружающую среду.

ВЫЖИВАЕМОСТЬ – средняя вероятность сохранения организмов того или иного поколения для жизни и участия в функционировании экосистем.

ВЫЩЕЛАЧИВАНИЕ – процесс перехода в раствор водорастворимых веществ горной породы или почвы и вынос из экосистемы или перевод их в глубокие горизонты.

Г

ГАЗООЧИСТКА – комплекс мероприятий и (или) технологий, направленных на улавливание твердых, жидких или газообразных веществ, содержащихся в газовых выбросах промышленных предприятий в атмосферу.

ГЕНОФОНД – совокупность генов (аллелей) одной группы особей (популяций, группы популяций или вида), в пределах которой они характеризуются определенной частотой встречаемости (*ген.*); вся совокупность видов живых организмов с их проявившимися и потенциальными наследственными задатками (*охр. прир.*).

ГЕОГИГИЕНА – научная дисциплина, исследующая медицинские аспекты глобальных последствий деятельности человека: прямые воздействия на его здоровье и опосредованные через изменения экосистем.

ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ СРЕДА – это ландшафтная оболочка планеты, преобразованная процессами техногенеза. Хозяйственная деятельность людей в

процессе преобразования иногда носит позитивный характер, что имело место, например, при создании лесозащитных полос (г. Вишневая – Каспийское море). Но чаще результаты бывают негативными и сопровождаются процессами загрязнения атмосферного воздуха, природных вод, почв и пр.

ГЕОИД (от греч. гео... и греч. *eidōs* – вид) – фигура земли, ограниченная кровенной поверхностью, которая совпадает с поверхностью среднего уровня воды в океане, находящейся в спокойном состоянии, и может быть мысленно проложена под материками так, что в каждой точке пересечет направление отвесной линии под углом 90° .

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ СРЕДА – верхняя часть литосферы, в которой протекают новые техногенные геологические процессы и которая находится во взаимодействии с другими внешними оболочками Земли. Понятие Г. с. выделено Е. М. Сергеевым (1979). Техногенные геологические процессы существенно изменяют облик литосферы. А через нее – всю экологическую обстановку как в локальном и региональном масштабах, так и глобально. Г. с. – это элемент экотопа ноосферы или экотопосферы.

ГЕОСФЕРА – концентрические слои, охватывающие всю планету: атмосфера, гидросфера, литосфера, их подразделения (напр., оболочка базальтовая). «...Более или менее правильные концентрические слои, охватывающие всю планету, меняющиеся с глубиной в вертикальном разрезе и отличающиеся друг от друга характерными для каждой, только ей свойственными, особыми физическими, химическими и биологическими свойствами» (Вернадский В.И. Избр. соч., т. 4, с. 61. М., 1954).

ГЕОХИМИЧЕСКИЙ БАРЬЕР, по А. И. Перельману (1961), – это такой участок земной коры, на котором происходит резкое уменьшение интенсивности миграции химических элементов, что приводит к их повышенной концентрации. Барьеры могут быть механическими, физико-химическими и биогеохимическими. Физико-химические барьеры подразделяются на классы: окислительный, восстановительный, сульфатный, щелочной, кислый, испарительный, адсорбционный и термодинамический. В зависимости от положения в пространстве выделяют латеральные и радиальные барьеры. Барьеры могут быть техногенными, природными и природно-техногенными.

ГЕОХИМИЯ – наука, изучающая химический состав Земли, распространенность в ней химических элементов, закономерности распределения химических элементов в различных геосферах, законы их поведения, способы сочетания и миграции (концентрации и рассеяния) в природных процессах. С позиций экологии объектом геохимии являются компоненты природной среды, подверженные техногенному изменению.

ГЕОЭКОЛОГИЯ – междисциплинарная наука, изучающая экологические проблемы условия и особенности строения экотопосферы (внешних геосфер Земли). Геоэкологические исследования осуществляются на глобальном, региональном и локальном уровнях. Поскольку экотопосфера (экотол биосферы) включает в себя все внешние геосферы Земли (атмосферу, гидросферу, педосферу, литосферу), а предметом исследований геоэкологии служат техногенные преобразования в экотопосфере, то геоэкология, наряду с

биоценологией, представляется в качестве важнейшей составной части учения о биосфере. Экологические науки, объектами которых служат составные части экотопа биосферы, представляются в качестве составных частей геоэкологии. Одновременно эти экологические науки входят в состав дисциплин, изучающих целостно соответствующие геосферы. То есть в состав геоэкологии входят: экологическая география как экологическая наука о ландшафтной оболочке Земли (о географической среде); экологическая геология, объектом изучения которой служит геологическая среда; экологическое почвоведение с экологическими проблемами педосферы; гидроэкология с экологическими проблемами целостной гидросферы Земли; экологическая гидрогеология, также изучающая проблемы в пределах подземной гидросферы и др.

ГЕРБИЦИДЫ – вещества, применяемые для уничтожения сорных растений (в осн.), путем опрыскивания, опыления и внесения в почву. Употребление ядовитых (напр., пентахлорфенолята натрия) или очень стойких гербицидов (напр., производных триазинов) может приводить к нежелательным последствиям и их использование должно строго контролироваться.

ГИГИЕНА КОММУНАЛЬНАЯ – раздел гигиены, изучающий влияние факторов окружающей человека среды на здоровье населения. Г. к. изучает неблагоприятные химические, физические и биологические факторы, воздействующие на людей, разрабатывает санитарные правила и нормативы по Г. атмосферного воздуха, воздуха помещений, Г. воды и водоснабжения, санитарной охраны водоемов (в т. ч. подземных вод), Г. почвы и санитарной очистки населенных мест и т. п.

ГИДРОСМЫВ – очистка животноводческих помещений с помощью водной струи. Получаемый жидкий навоз нередко загрязняет водоемы, водотоки и поверхность почвы. Он не годится в качестве удобрения без применения специальных жиже-разбрызгивателей, так как, создавая воздухонепроницаемую пленку, снижает, а не повышает урожай. Жидкий навоз м. б. успешно утилизирован после получения из него биогаза, высушивания и гранулирования.

ГИДРОСФЕРА (от греч. *hydor* – вода и ...сфера) – водная оболочка Земли, представляющая совокупность вод океанов, морей, рек, озер, болот, ледников, снежного покрова, подземных вод в жидкой, твердой и газообразной фазах, в свободном, а также в физически и химически связанном состояниях.

ГИПЕРКАПНИЯ – болезненное состояние, вызванное повышенным содержанием углекислоты во вдыхаемом воздухе, обуславливающим высокое парциальное давление CO_2 в артериальной крови. Это м. б. связано также с отравлением наркотиками и др. причинами. Резкая Г. приводит к сонливости, острая Г. – к смерти. Г. проявляется у каждого человека индивидуально. Г. широко распространена у жителей городов с загрязненной атмосферой, особенно у людей, находящихся в душных помещениях.

ГЛОБАЛЬНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ – фоновобиосферное загрязнение – загрязнение среды физическими, химическими или биологическими агентами, обнаруживаемыми вдали от их источников и практически в любой точке планеты.

ГОМЕОСТАЗИС – способность геоэкологических систем противостоять влиянию факторов внешней среды, сохраняя общую систему функционирования. Нарушения Г. приводят к деградации экосистем (Арал, Волга и др.).

ГОСУДАРСТВЕННАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА – система государственных природоохранных мероприятий по проверке соответствия требованиям экологической безопасности проектов, планов и мероприятий в области хоз. стр-ва и использования природных ресурсов.

Д

ДЕГАЗАЦИЯ – удаление, нейтрализация отравляющих веществ на зараженной местности, транспортных средствах, почве, продуктах питания.

ДЕГЕНЕРАЦИЯ: 1) вырождение, ухудшение из поколения в поколение свойств какого-либо организма в результате неблагоприятных условий существования (*биол.*); 2) перерождение, глубокие структурные изменения в тканях тела, сопровождающиеся появлением в них веществ, обычно чуждых данной ткани (жира, гиалина и т. п.) (*гистол.*); 3) то же, что биологическая редукция, т. е. упрощение, ослабление или почти полное исчезновение органов, не имеющих эволюционного значения (напр., жабер у наземноживущих животных) (*эвол.*); 4) умственное, социально-культурное или биологическое вырождение в цепи человеческих поколений, характеризуемое физиолого-морфологическими аномалиями, умственной слабостью, психическими извращениями и склонностью к антиобщественным поступкам, возникающее как результат неблагоприятных социальных или природных условий.

ДЕГИДРАТАЦИЯ 1) процесс обезвоживания организма, который влечет за собой понижение его жизнедеятельности, а в дальнейшем даже гибель; 2) выделение воды из минералов, горных пород или любого другого вещества; Д. осадка сточных вод – его обезвоживание перед утилизацией.

ДЕГРАДАЦИЯ СРЕДЫ – общее ухудшение природной среды, совместное ухудшение природной и социальной сред (Д. ландшафта, Д. почв и т. д.).

ДЕЗАКТИВАЦИЯ – удаление радиоактивного загрязнения с поверхности почвы, предметов, сооружений и т. п.

ДЕЗОДОРАЦИЯ – удаление неприятно пахнущих веществ; Д. сточных вод, Д. газовых примесей.

ДЕНИТРИФИКАЦИЯ: 1) разрушение группой почвенных и водных бактерий солей азотной кислоты (нитратов) до нитритов, молекулярного азота и аммиака, что приводит к обеднению почвы и нежелательно для сельского хозяйства; 2) энергетический процесс окисления микроорганизмами органических веществ в анаэробных условиях.

ДЕПРЕССИЯ – состояние угнетения, в котором находится популяция в неблагоприятный период жизни, сопровождается сокращением ее численности (депопуляцией); Д. подземных вод – снижение свободной или напорной поверхности подземных вод, часто приводит к их истощению и загрязнению.

ДЕПРИВАЦИЯ (экологическая) – потеря экологической устойчивости вследствие упрощения биологического сообщества.

ДЕСЕНСИБИЛИЗАЦИЯ – уменьшение чувствительности организма к воздействию к.-л. вещества (напр., в результате повторного воздействия этого вещества, начиная с малых доз).

ДЕССИКАЦИЯ – уничтожение растений на корню с помощью химических веществ (дессикантов).

ДЕСОРБЦИЯ – отдача поглощенного во время процесса адсорбции вещества с поверхности поглотителя.

ДЕТЕРГЕНТ(Ы) – поверхностно-активные синтетические вещества (СПАВ), употребляемые в промышленности и быту как моющие средства и эмульгаторы. Служат одним из основных химических загрязнителей водоемов, т. к. с трудом подвергаются разложению микроорганизмами, нарушают кислородный баланс, вредно воздействуют на живые организмы.

ДЕЦИБЕЛ – единица измерения шумового загрязнения, интенсивности (мощности, звукового давления) звука. Условное обозначение дБ. Интервал комфорта не выше 30—40 дБ, болевой порог – 120 дБ. Шкала силы звука строится на логарифмах отношения данной величины звука к порогу слышимости, принимаемому за ноль. Интенсивность звука в 10 дБ превышает порог слышимости в 10 раз, а 20 дБ – в 100 раз.

ДИВЕРГЕНЦИЯ – расхождение признаков в процессе эволюции организмов (*эвол.*); разделение одного сообщества на два в результате внешних или внутренних причин (*экол.*).

ДИГРЕССИЯ – ухудшение состояния (состава, производительности и т. п.) сообщества из-за внешних или внутренних причин. Д. может идти вплоть до катаценоза, после чего экосистема окончательно разрушается.

ДИНАМИКА – процесс изменения состава и структуры реципиентов природной среды под воздействием силы извне и внутренних противоречий их развития; Д. ландшафта, Д. населения, Д. популяций, Д. численности, Д. экосистемы.

ДИНАМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ – состояние относительного равновесия геоэкологических систем, находящихся под действием внешних и внутренних сил (в т. ч. техногенного происх.), при котором их основные характеристики остаются в пределах допустимых границ ; сохраняется т. обр. возможность их дальнейшего нормального существования и развития.

ДИОКСИН (TCDD) – 2,3,7,8 тетрахлорбензо-пара-диоксин – бесцветные кристаллы с температурой плавления около 320 – 325 °С, химически инертны. Диоксин и близкие к нему по строению вещества (напр., фуран) являются сильными загрязнителями окружающей среды. Химически очень устойчивы. Являются побочными продуктами синтеза некоторых гербицидов, образуются в целлюлозно-бумажной промышленности и при сжигании мусора. Способны накапливаться и передаваться по цепям питания. Д. относится к суперядам.

ДИСПЕРСАНТ (НЕФТЯНОЙ) – вещество, используемое для очистки вод, раздробляющее нефтяную пленку или комки нефти в воде на мелкие частицы.

ДИССИМИЛЯЦИЯ – одна из сторон обмена веществ, заключающаяся в происходящих в организмах разрушениях сложных органических веществ с превращением их в более простые с освобождением энергии и продуктов диссимиляции, поступающих в окружающую среду.

ДИФФУЗИЯ (от лат. diffusio – распространение, растекание, рассеивание), движение частиц среды, приводящее к переносу вещества и выравниванию концентраций или к установлению равновесного распределения концентраций конкретного вещества в данной среде. При отсутствии макроскопического движения среды (напр., конвекция) Д. молекул (атомов, ионов) определяется их тепловым движением (т.н. молекулярная Д.). В неоднородной системе вода – порода – газ – живое вещество при молекулярной Д. в отсутствие внешних воздействий диффузионный поток (поток массы) пропорционален градиенту его концентрации. Здесь коэффициент пропорциональности называется коэффициентом Д. В физике также рассматривают Д. электронов проводимости, нейтронов и др.

ДОЖДЬ КИСЛОТНЫЙ, КИСЛЫЙ (КИСЛОТНЫЕ, КИСЛЫЕ ОСАДКИ) – дождь (и снег), подкисленный (pH ниже 5.6) из-за растворения в атмосферной влаге промышленных выбросов (SO_2 , NO_x , HCl и др.). В свою очередь кислотные осадки подкисляют водоемы и почву, что приводит к гибели рыбы, других водных организмов, резкому снижению прироста лесов и их усыханию. В России площадь существенного закисления от дождей и снега достигла 40 млн. га.

ДОМИНАНТЫ (от лат. dominantis – господствующий) – виды растений, животных, микроорганизмов, преобладающие по численности в данном биоценозе.

ДРЕНАЖ: 1) осушение местности путем искусственного понижения зеркала грунтовых вод или их отвода при помощи канав, труб и т. п. дрен; 2) осушение, вентиляция или орошение почв с помощью открытых или закрытых дрен; 3) отвод подземных вод.

«ДЫРА» ОЗОНОВАЯ (ОЗОННАЯ) – значительное пространство в озоносфере планеты с заметно пониженным (до 5%) содержанием озона. К настоящему времени зарегистрирована от года к году расширяющаяся «Д». о. над Антарктикой, выходящая за контуры материка, и менее значительное аналогичное образование в Арктике. Предполагается влияние не только рифтовых зон с потоками водорода, но и влияние техногенных агентов (фреонов, аэрозолей и пр.). Имеется ряд международных соглашений о запрещении производства и применения таких веществ (Монреальский протокол, Венские соглашения и др.).

Е

ЕМКОСТЬ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ – количественно выраженная способность среды обитания (количество особей на единицу территории, пределы возможностей среды при хозяйственном освоении территории и т.д.), позволяющая экосистеме существовать без ущерба для составляющих ее компонентов.

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НЕКОНДИЦИОННЫЕ СИТУАЦИИ – неблагоприятное для организмов состояние среды, причиной которого являются какие-либо природные процессы и явления, напрямую не обусловленные деятельностью человека (например, извержения вулканов, пыльные бури, наводнения, стихийные пожары и т. п.). Некоторые неправильно называют эти явления загрязнениями. Загрязнения связаны исключительно с техногенезом. Загрязнение – понятие антропоцентрическое и к природным явлениям неприменимо.

Ж

ЖЕРТВА ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ – реципиенты природной среды, включая человека, деградирующие вплоть до гибели под воздействием неблагоприятных опасностей и явлений (НОЯ).

ЖЕСТКОСТЬ ВОДЫ – содержание в ней растворенных солей щелочноземельных металлов – кальция, магния и др. Проявляется в образовании накипи, плохом растворении мыла, непригодности воды для технологических целей и т. п. В России измеряется суммой миллиграмм-эквивалентов ионов кальция и магния, содержащихся в 1 л воды; 1 мг-экв. отвечает содержанию 20,04 мг/л кальция или 12,16 мг/л магния. Различают общую Ж. в. (общее количество содержащихся в воде кальция и магния), устранимую и постоянную Ж. в. В зависимости от общей Ж. в. различают: очень мягкую (до 1,5 мг-экв.), мягкую (1,5—3 мг-экв.), умеренно жесткую (3—6 мг-экв.), жесткую (7-9 мг-экв.) и очень жесткую (свыше 9 мг-экв.) воду. До 1952 г. Ж. в. в СССР измерялась градусами жесткости, показывающими, сколько граммов окиси кальция содержится в 100 л воды. 1 градус жесткости равен 0,35663 мг-экв. ионов кальция или магния. В некоторых странах и сейчас Ж. в. измеряют в градусах.

ЖИВОЕ ВЕЩЕСТВО, по В. И. Вернадскому, – совокупность организмов, участвующих в геологических процессах, изменяющих лик Земли. В Ж. в. планеты В. И. Вернадский включал и человеческое общество, рассматривая в единстве систему природы и систему общества. Но он считал, что «при изучении геохимического значения человечества как однородного живого вещества мы не можем сводить его целиком к весу, составу и энергии. Мы сталкиваемся с новым фактором – человеческим сознанием» (Вернадский, 1967. с. 96).

ЖИВУЧЕСТЬ ЭКОСИСТЕМЫ – ее способность выдерживать резкие колебания среды, возникающие в результате техногенных нагрузок.

ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ ЭКОСИСТЕМЫ – степень способности экосистемы сохраняться или адаптироваться к изменяющимся условиям среды без деградации образующих ее компонентов.

З

ЗАГРЯЗНЕНИЕ – привнесение в среду или возникновение в ней новых, обычно нехарактерных для нее физических, химических, биологических агентов и свойств, превращающее её в частично или полностью непригодную для использования. З. может быть вызвано исключительно техногенными факторами.

ЗАГРЯЗНИТЕЛИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ делятся на материальные (пыль, газы, шламы, шлаки и пр.) и физические, энергетические, (тепло, шум, вибрации, электрические и электромагнитные поля и т. д.). Материальные загрязнители могут быть механическими (пыль, мусор и пр.), химическими (соли, кислоты, газы и пр.) и биологическими (микроорганизмы, грибы, остатки растений, животных и т. д.).

«ЗАГРЯЗНЯЮЩИЙ - ПЛАТИТ» – принцип экономического возмещения ущербов, наносимых источниками загрязнения среды обществу, за счет владельцев этих источников (виновников загрязнения). Принцип «З. – п.» действен лишь при адекватности платы наносимому ущербу и вложении

получаемых средств в ликвидацию именно тех нарушений, которые производит виновник загрязнений.

ЗАКАЗНИК – охраняемая территория, частично изъятая из хоз. пользования, в пределах которой (постоянно или временно) запрещены отдельные виды и формы хоз. деят. для обеспечения охраны одного или многих видов живых существ, биогеоценозов, одного или нескольких экологич. компонентов или общего характера охраняемой местности. Различают 3. бессрочный, 3. дичи, 3. долгосрочный, 3. краткосрочный, 3. ландшафтный, 3. озерный, 3. орнитологический, 3. охотничий, 3. фаунистический, 3. флористический и пр.

ЗАКОН НООСФЕРЫ (В.И. Вернадского) – положение В.И. Вернадского о превращении биосферы, согласно которому на совр. уровне развития человеческой цивилизации она неизбежно превращается в ноосферу, т. е. в сферу, где разум человека играет в развитии природы важнейшую роль.

ЗАКОН РАЗВИТИЯ ПРИРОДНОЙ СИСТЕМЫ ЗА СЧЕТ ОКРУЖАЮЩЕЙ.

ЕЕ СРЕДЫ – любая природная система может развиваться только за счет использования материально-энергетических и информационных возможностей окружающей ее среды. Абсолютно изолированное саморазвитие невозможно. Закон есть следствие из начал термодинамики. Он имеет чрезвычайно важное теоретическое и практическое значение благодаря основным своим следствиям: 1) Абсолютно безотходное производство невозможно (оно равнозначно созданию «вечного» двигателя). 2) Любая более высокоорганизованная биотическая система (напр., вид живого), используя и видоизменяя среду жизни, представляет потенциальную угрозу для более низкоорганизованных систем (благодаря этому в земной биосфере невозможно повторное зарождение жизни – она будет уничтожена существующими организмами). 3) Биосфера Земли как система развивается не только за счет ресурсов планеты, но опосредованно за счет и под управляющим воздействием космических систем (прежде всего Солнечной).

ЗАКОН ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО ЕДИНСТВА ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА (В.И. Вернадского) – все живое вещество Земли физико-химически едино. Из 3; ф.-х; е. ж. в. вытекает следствие: вредное для одной части живого вещества не может быть безразлично для другой его части; или: вредное для одних видов существ вредно и для других. Отсюда любые физико-химические агенты, смертельные для одних организмов (напр., средства борьбы с вредителями – пестициды), не могут не оказывать вредное влияние на другие организмы. Рассматриваемый закон – один из наименее осознанных и невольно игнорируемых из-за плохого понимания экологических закономерностей.

«ЗАКОНЫ» ЭКОЛОГИИ КОММОНЕРА: 1) все связано со всем; 2) все должно куда-то деваться; 3) природа «знает» лучше; 4) ничто не дается даром. Первый «З» э. К. обращает внимание на всеобщую связь процессов и явлений в природе и близок по смыслу к закону внутреннего динамического равновесия: изменение одного из показателей системы вызывает функционально-структурные количественные и качественные перемены, при этом сама система сохраняет общую сумму вещественно-энергетических качеств. Второй «З». э. К. также близок к выше рассмотренному, а также закону развития природной системы за счет окружающей ее среды, особенно первому его следствию. Третий «З». э. К.

говорит о том, что, пока нет абсолютно достоверной информации о механизмах и функциях природы, мы, подобно человеку, незнакомому с устройством часов, но желающему их починить, легко вредим природным системам, пытаясь их улучшить. Он призывает к предельной осторожности. Иллюстрацией третьего «З» э. К. может служить то, что один лишь математический расчет параметров биосферы требует безмерно большего времени, чем весь период существования нашей планеты как твердого тела. (Потенциально осуществимое разнообразие природы оценивается числами с порядком от 10^{1000} до 10^{50} ; при пока не осуществленном быстроедействии ЭВМ – 10^{10} операций в сек. – и работе невероятного числа (10^{10}) машин операция вычисления одномоментной задачи варианта из 10^{50} разностей займет 10^{30} с, или 3×10^{21} лет, что почти в 10^{12} раз дольше существования жизни на Земле). Природа пока «знает» лучше нас. Четвертый «З». э. К. вновь касается тех проблем, которые обобщает закон внутреннего динамического равновесия и закон развития природной системы за счет окружающей ее среды. Коммонер так разъясняет свой четвертый «З.» э.: «...глобальная экосистема представляет собой единое целое, в рамках которого ничего не может быть выиграно или потеряно и которое не может являться объектом всеобщего улучшения: все, что было извлечено из нее человеческим трудом, должно быть возмещено. Платежа по этому векселю нельзя избежать: он может быть только отсрочен» (Коммонер Б., Замыкающийся круг. Л., 1974., с.32).

ЗАМОР – массовая гибель водных животных, вызываемая значит. уменьшением растворенного в воде кислорода (до 5-30 % нормального насыщения). Обычно содержание кислорода падает в водоемах, богатых органич. веществами, в стоячих водах при массовом развитии водорослей (цветение воды) и зоопланктона, а также в результате загрязнения водоемов сточными водами.

ЗАПОВЕДНИК: 1) особо охраняемое законом или обычаями пространство (территория, акватория), нацело исключенное из любой хоз. деят. (в т. ч. посещения людьми) ради сохранения в нетронутом виде природных комплексов (эталонов природы), охраны видов живого и слежения за прир. процессами (*охр., прир., экол.*), а также из религиозных при сохранении элементов язычества побуждений; 2) участок природы (природный комплекс), изъятый из большинства форм природопользования (включая все формы традиционной эксплуатации природных ресурсов): учреждение, созданное для охраны и изучения этого охраняемого природного комплекса (*адм.*). В понятии «З.» особо оттеняется неприкосновенность («заповедного не тронь», по В. Далю), ее насильственная изоляция от людей для особых (нетрадиционных) форм общественно важного косвенного пользования (сохранения генетической информации, поддержания экологического равновесия и т. п.). Поэтому термины типа музей-заповедник, заповедно-охотничье хозяйство – семантические уроды, языковые бессмыслицы (музей-заповедник в буквальной трактовке – храм сбора достопримечательностей, запрещенный для посещения). Существуют значительные разногласия в трактовке понятия «З.» вплоть до придания ему значения, близкого к пониманию заказник и национальный парк, которое нельзя признать верным. Статус З. в национальном парке распространяется лишь на зону, куда не допускаются посетители. Крайне стойко мнение, что З. следует выделять лишь в местах, где

природа сохранилась в «первозданном» виде. Это наивное представление (имеет языческие корни) было подкреплено верной посылкой – создавать З. как эталоны природы, а национальные парки – как природное национальное достояние. Однако заповедник экспериментальный и заповедник-сепортер могут быть созданы в пределах любых экосистем, в том числе сильно нарушенных человеком территорий и акваторий. Фактически такими З. служат зоны катастрофических аварий.

ЗАПОВЕДНИК БИОСФЕРНЫЙ: 1) репрезентативная ландшафтная единица, выделяемая в соответствии с программой ЮНЕСКО «Человек и биосфера» с целью ее сохранения, исследования (и/или мониторинга). Может включать абсолютно не тронутые хоз. деят. или мало измененные экосистемы, нередко окруженные эксплуатируемыми землями. Как исключение допускается выделение территорий древнего освоения. Особо подчеркивается репрезентативность (представительность, характерность, а не уникальность) этих территорий. З. б. организованы более чем в 60 странах мира в количестве 243 площадью около 120 млн. га (1985 г.); в России (1987 г.) – 18 З. б.; 2) строго охраняемый значительный природный участок, практически не испытывающий локальных воздействий преобразованных человеком окружающих ландшафтов, где идут вековые процессы, характер которых позволяет выявить спонтанно происходящие изменения в биосфере, в том числе глобально-техногенные; 3) территория, на которой производится постоянное слежение (мониторинг) за антропогенными изменениями природной среды на основе инструментальных определений и наблюдений за биоиндикаторами. При этом место наблюдений может отражать как общебиосферный фон (в понимании З. б.–2), так и локальные возмущения, производимые близлежащими индустриальными объектами и центрами (т. е. в значении мониторингового заповедника). Наиболее точно смысл понятия отражает дефиниция З. б.–2.

ЗАСОЛЕНИЕ ВОД – превышение обычной концентрации солей в результате естественных или техногенных причин: для пресной воды – свыше 1 г/л, солоноватой – более 10 г/л и соленой воды – свыше естественно имевшейся первоначальной концентрации солей – более 50 г/л.

ЗАСОЛЕНИЕ ПОЧВ – повышение содержания в почве легкорастворимых солей (карбоната натрия, хлоридов и сульфатов), обусловленное засоленностью почвообразующих пород, привносом солей грунтовыми и поверхностными водами (З. п. первичное, или остаточное), но чаще вызванное нерациональным орошением (З. п. вторичное). Почвы считают засоленными при содержании более 0,1 % по весу токсичных для растений солей или более 0,25 % солей в плотном остатке (для безгипсовых почв). На 1980 г. в СССР площадь засоленных земель была 3,2 млн. га (до 17 % всех орошаемых земель), в том числе пашни – 2,5 млн. га.

ЗЕЛЕНАЯ ЗОНА – Выделенная в установленном порядке покрытая зелеными насаждениями природная территория, имеющая для города особое средозащитное, санитарно-гигиеническое, рекреационное и хоз. значение.

«ЗЕЛЕННЫЕ» – Политическое течение, оформленное или не оформленное в виде политических партий и выступающее за сохранение среды жизни (против ядерной

угрозы, за чистоту атмосферы, вод и т. п.). «З.» входят в Европейский парламент, организуют общеевропейские съезды, конференции и др. мероприятия. Организация «Гринпис» объединяет более десяти национальных движений. В странах СНГ действуют различные общественные организации, близкие к «З.».

ЗЕМЕЛЬНЫЙ КАДАСТР – свод сведений о природном, хозяйственном и правовом положении земель. Включает данные регистрации землепользователей.

ЗЕМЛЕВАНИЕ – комплекс работ по снятию, транспортировке и нанесению плодородного слоя почвы и потенциально-плодородных пород на малопродуктивные угодья с целью их улучшения. Широко применяется при рекультивации земель.

ЗЕМЛЕВЛАДЕНИЕ: 1) участок земли, находящийся в чьем-то владении; 2) обладание землей на определенных правовых условиях, но не обязательно фактическое хозяйственное землепользование.

ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЕ: 1) порядок, условия и формы эксплуатации земель (*юрид.*); 2) совокупность земельных участков, эксплуатируемых землепользователем (*адм.*).

ЗЕМЛИ ИЗБЫТОЧНО УВЛАЖНЕННЫЕ – болота и заболоченные земли государственного лесного фонда, сформировавшиеся в условиях постоянного или временного переувлажнения, характеризующиеся болотными и заболоченными органическими и минеральными почвами.

ЗЕМЛИ НАРУШЕННЫЕ – земли, утратившие свою хозяйственную ценность или являющиеся источником отрицательного воздействия на окружающую среду в связи с нарушением почвенного и растительного покрова, гидрологического режима и образованием техногенного рельефа в результате производственной деятельности человека.

ЗЕМЛИ РЕКУЛЬТИВИРОВАННЫЕ – ранее нарушенные земли, возвращенные в народнохозяйственное пользование после рекультивации.

ЗЕМЛЯ КАК СРЕДСТВО ПРОИЗВОДСТВА дана природой и обладает естественным плодородием. В «Основах земельного законодательства РФ» записано: «...земля... – является главным средством производства в сельском хозяйстве и пространственным базисом размещения и развития всех отраслей народного хозяйства». Почвенно-растительный слой служит также регулятором водного баланса суши, биологическим поглотителем и нейтрализатором загрязнений вод. Земля – незаменимое средство производства, человек не научился еще создавать землю, но, будучи бесценным даром природы, земля при правильном использовании не изнашивается и не устаревает морально.

ЗЕМЛЯ – третья от Солнца планета Солнечной системы, обращающаяся вокруг него по эллиптической орбите (близкой к круговой) со средней скоростью 29,765 км/с на среднем расстоянии 149,6 млн. км за 365,25 солнечных суток. Форма З. геоид со средним радиусом 6371,032 км. Площадь поверхности 510,2 млн км², объем планеты $1,083 \cdot 10^{12}$ км³, средняя плотность – 5518 кг/м³, масса $5,976 \cdot 10^{24}$ кг. З. обладает магнитными и электрическими полями. От поверхности к центру З. возрастают давление (до $3,6 \cdot 10^{11}$ Па), плотность вещества (до $12,5 \cdot 10^3$ кг/м³) и температура (до 4000 – 5000 °С). 361,1 млн км² поверхности З. (70,8 %) занято мировым океаном, а 149,1 млн км² (29,2 %) приходится на шесть материков и

острова. Средняя высота суши над уровнем океана – 875 м, максимальная – 8848 м (г. Джомолунгма). На горы приходится 1/3 всей суши, на пустыни – 20 %, саванны и редколесья – ок. 20%, леса – ок. 30 %, ледники – свыше 10 % и только 10 – 11 % поверхности суши приходится на пахотные сельскохозяйственные угодья. Средняя глубина океана – 3800 м, максимальная – 11022 м (Марианская впадина); объем воды 1370 млн м³, средняя соленость воды 35 г/л. На поверхности З. выделяются широтные физико-географические зоны и высотные пояса, которые определяют климат, развитие почвы, растительности и животного мира. Геологическая история З. делится на три этапа: архейско-протерозойский (геологический), фанерозойский (развитие нло в тесной связи с биосферы и под ее влиянием) и антропогеновый (новейший, протекал под влиянием человека и его технологии).

ЗЕМНАЯ КОРА – внешняя оболочка «твердой» земли. Нижняя граница ее – поверхность Мохоровичича. Различают два типа коры: материковый, толщиной от 35 – 45 км под равнинами до 70 км в области гор, и океанический – всего 5 – 10 км. Кора первого типа состоит из трех слоев: верхний – осадочный, средний, который называется «гранитным», и нижний – «базальтовый». Во втором типе коры «гранитный» слой отсутствует, а осадочный имеет небольшую мощность. В переходной зоне от материка к океану развита кора промежуточного типа. З. к. постоянно подвержена тектоническим движениям. Более подвижные области называются геосинклиналями, а более стабильные – платформами.

«ЗИМА ЯДЕРНАЯ» – модель прогнозируемого резкого и длительного общеземного похолодания, которое может возникнуть в случае войны с применением термоядерного оружия. Механизм возникновения «З. я.» – экранирование поверхности планеты от солнечного излучения. «З. я.» – глобальная экологическая катастрофа, ведущая к самоуничтожению человечества.

ЗОЛОТВАЛ – место складирования, хранилище золы тепловых электростанций, работающих на твердом топливе.

ЗОНА – наиболее крупное проявление зональности на земной поверхности, определяемое климатическими особенностями. Большинству зон присущи особые зональные типы экосистем с соответствующими типами растительности, животного мира и почв.

ЗОНА БУФЕРНАЯ – полоса, прилегающая к заповеднику, в пределах которой запрещаются любые действия, способные нарушить установленный в нем природный режим. Хотя заповедник не является землепользователем в З. б., все хоз. мероприятия в ней по существующему законодательству должны быть согласованы с его администрацией.

ЗОНА ВОДООХРАННАЯ – территория, выделяемая для охраны подземных или поверхностных вод от загрязнения, на которой запрещена или ограничена хозяйственная деятельность и проводятся лесовосстановительные работы.

ЗОНА ДЕВСТВЕННОЙ ПРИРОДЫ – англоязычный термин, обозначающий значительные территории с неизменными или слабо преобразованными ландшафтами и естественными природными сообществами, в пределах которых человек может находиться лишь в качестве временного посетителя. В США, напр., по разным источникам выделено от 40 до 100 тыс. га З. д. п.

ЗОНА ЖИЛАЯ (селитебная) – район нас. пункта, предназначенный исключительно или почти исключит. для размещения жилья с выводом из него или запрещением стр-ва промышл. объектов (*градостр.*).

ЗОНА КОМФОРТА: 1) оптимальное для человека или др. живого существа сочетание всех факторов среды (для человека – физических и социально-экономических). Напр., для человека в состоянии покоя или при легкой физической работе: температура воздуха зимой 18-22 °С, летом 23-25 °С, скорость движения воздуха зимой 0,15, летом 0,2-0,4 м/с, относительная влажность 40–60 %, шум не выше 30–40 дБ и т. д.; 2) комбинация температуры, влажности и ветра, при которой большинство людей чувствует себя наилучшим образом. В России принят интервал температур 13,5–18 °С, в США – 17,2–21,7 °С.

ЗОНА ОТДЫХА (рекреационная) – традиционно используемая природная или специально организованная территория, где жители нас. пункта проводят часы досуга после работы или выходные, праздничные дни; располагается обычно в пределах зеленой зоны, может включать парки, скверы внутри поселений.

ЗОНА ОХРАНЯЕМАЯ (БУФЕРНАЯ) – территория вокруг (особо) охраняемой природной территории (заповедника), национального парка и т. д., на которой частично ограничивается хоз. деят. в целях лучшей охраны или поддержания более устойчивого экологического равновесия на основной охраняемой территории.

ЗОНА ПОДПОРА ПОДЗЕМНЫХ ВОД – территория, в пределах которой происходит повышение уровня подземных вод на пути их движения под влиянием их напора водохранилищем, рекой, подземной водоупорной перемычкой и другими факторами. Напр., тоннели метрополитена.

ЗОНА ПОДТОПЛЕНИЯ – территория, в пределах которой повышается уровень подземных вод в результате их подпора водохранилищем или иным гидротехническим и мелиоративным сооружением часто до такой степени, что создается помеха для гражданского, промышленного строительства, транспорта, сельского хозяйства и резко нарушается структура и состав экосистем, приводящих к частичной или полной их деградации. Напр., равнинные районы Волжского каскада водохранилищ.

ЗОНА ПОКОЯ – территория, на которой установлен режим возможно наименьшего или абсолютно минимального техногенного воздействия в целях создания условий для отдыха людей или их физиотерапевтического лечения (мед.).

ЗОНА ПОЛНОГО ПОКОЯ – территория внутри заповедника и национального парка, где запрещено какое бы то ни было вмешательство человека в природные процессы, в том числе даже временное присутствие людей с какими бы то ни было целями.

ЗОНА САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ – район водозабора или др. источника водоснабжения, где устанавливается особый режим охраны вод от загрязнения химическими веществами, бактериологического заражения и проникновения сточных вод. З. с. о. разделяют на два пояса: 1) строгого режима (с ограждением, иногда специальной охраной, посадкой водоохраных лесных насаждений и т. п.), где запрещено строительство, и 2) пояс ограничений (с сохранением

существующей растительности, дополнительной посадкой леса, особым санитарным режимом и т. п.), где допускаются отдельные формы интенсивного природопользования, включая ограниченное строительство.

ЗОНА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА – территория или акватория, в пределах которой определенный вид хоз. деят. человека потенциально способен вызвать возникновение опасных экологических ситуаций (напр., места подводной добычи нефти, захоронения радиоактивных или ядовитых отходов и т. п.).

ЗРЕЛОСТЬ ЭКОСИСТЕМЫ – устойчивое состояние экосистемы (биогеоценоза), характеризующееся оптимальной внутренней структурой, нормальным функционированием всех ее элементов, максимальной биопродуктивностью и минимальной энтропией.

И

ИДИОСИНКРАЗИЯ – наследственно предопределенная, изначально повышенная чувствительность живого организма (в том числе человека) к некоторым пищевым продуктам и лекарственным средствам (*ср. Аллергия*).

ИЗЛУЧЕНИЕ – испускание быстро движущихся заряженных частиц или волн и образование их поля.

ИЗМЕНЕНИЕ СРЕДЫ НЕОБРАТИМОЕ – перемена в средообразующих компонентах или их сочетаниях, которая не может быть компенсирована в ходе природных восстановительных процессов.

ИЗОЛИНИИ – линии, соединяющие точки, равные по значению какого-либо явления (на картах, диаграммах): изобары – атмосферное давление; изобаты – глубины водоемов; изонемоны – сила ветра; изохионы – снеговой покров; изогии – количество осадков; изолиния биоиндикаторная – линия, соединяющая точки одинаковой реакции организмов биоиндикаторов на суммарное загрязнение среды.

ИЛ – тонкозернистый осадок в водоемах (частицы менее 0,01 мм составляют обычно более 30% его массы), состоящий из смеси минеральных и органических веществ, часто с подавляющим преобладанием одного из них.

ИНВАЗИЯ: 1) заражение организма животными-паразитами; 2) вторжение в какую-то местность нехарактерного для нее вида животного; 3) включение в сообщество новых для него видов.

ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ – выявление в натуре, учет и картографирование нарушенных земель с определением их площадей и качественного состояния.

ИНДЕКС(Ы) ЗАГРЯЗНЕНИЯ – качественные и количественные характеристики загрязняющего начала (вещества, излучения и т. п.). Очень многозначный термин, включающий понятия объема (количества) вещества-загрязнителя в среде и степени его воздействия на объекты, а том числе человека, соотнесенные со временем или интенсивностью процессов.

ИНДЕКС КАЧЕСТВА СРЕДЫ: 1) числовой показатель состояния окружающей человека среды, различно выражаемый в зависимости от поставленных целей и контролируемых объектов (или здоровья человека); в ряде случаев бывает субъективным. И. к. с. может быть выражен в баллах (напр., эстетичность ландшафта по некоторым методикам выражается по 200–балльной шкале) или в

абсолютных показателях (в том числе в ПДК и др. единицах степени загрязнения каким-то веществом, их группой и т. п.), а также качественными показателями (хорошо, плохо, лучше, хуже и т. п.) предпочтения субъектов (*соц., геогр., охр. прир.*); 2) показатель, отражающий пригодность среды для жизни организма; обычно выражается степенью заболеваемости, интенсивности размножения, смертности или выживаемости.

ИНДИКАТОР – физическое явление, химическое вещество или организм, наличие, количество или перемена состояния (интенсивности цвета и т. д.) которых указывает на характер или изменение свойств окружающей среды.

ИНДИКАТОР ЗАГРЯЗНЕНИЯ – индикатор, сигнализирующий о наличии, кумуляции, изменении количества или качественного состава загрязнителей в окружающей среде. Может быть физическим, химическим и биологическим с их вариантами.

ИНДИКАЦИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ – индикация природной среды или отдельных ее компонентов (почв, вод, атмосферы) на предмет выявления загрязнителей, установления их качественного или количественного состава.

ИНФИЛЬТРАЦИЯ – просачивание воды с земной поверхности в почву и материнские породы. Измеряется количеством выпадающих осадков за вычетом испарения и поверхностного стока.

ИНФЛЮАЦИЯ – перетекание воды с земной поверхности в массивы закарстованных горных пород через карстовые воронки, поноры, трещины и зияющие полости.

ИРРИГАЦИЯ – искусственное орошение полей, огородов и любых других агроценозов.

ИСТОЧНИК ЗАГРЯЗНЕНИЯ: 1) точка выброса веществ (труба и т. п.); 2) хозяйственный объект, производящий загрязняющее вещество; 3) регион, откуда поступают загрязняющие вещества (при дальнем и трансграничном переносе); 4) внерегиональный фон загрязнений, накопленных в среде (напр., в воздушной – CO_2 , в водной – их кислотность и т. п.).

ИСТОЩЕНИЕ ВОД – уменьшение минимально допустимого стока поверхностных вод или сокращение запасов подземных вод. Минимально допустимым стоком является сток, при котором обеспечиваются экологическое благополучие водного объекта и условия водопользования.

ИСТОЩЕНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ: 1) приближение затрат на добычу (в ряде случаев также на обогащение и переработку) природного ресурса к получаемому эффекту, делающее использование природного ресурса социально-экономически нерентабельным (*экон.*); 2) несоответствие между безопасными нормами изъятия природного ресурса из природных систем или недр и потребностями человечества (страны, региона, предприятия и т. д.) (*экол.*)

К

КАДАСТР – систематизированный свод сведений, количественно и качественно характеризующих определенный вид природных ресурсов или явлений, в ряде случаев с их экономической или социально-экономической характеристикой и оценкой изменений под влиянием преобразующей деятельности человека, может включать рекомендации по рациональному использованию ресурсов, мерам их

охраны (напр., Земельный к., Водный к., Лесной к., Промысловый к., Свод сведений об ухудшении среды и т. п.).

КАНАЛИЗАЦИЯ – комплекс инженерных сооружений, оборудования и санитарных мероприятий, обеспечивающих сбор и отведение за пределы населенного места или предприятия сточных вод, а также их очистку и обезвреживание перед утилизацией или сбросом в водоем или водоток. Различают общесплавную К., когда бытовые (коммунальные), производственные и дождевые воды отводятся по общей сети труб (канализационной сети), и раздельную К., когда дождевые и малозагрязненные производственные воды удаляют по одной сети труб (ливневой канализации), сбрасывая в водоем или водоток без очистки или с неглубокой очисткой, а бытовые и загрязненные производственные воды – по др. системе труб к очистным сооружениям и далее на сельскохозяйственные поля орошения.

КАНЦЕРОГЕН – вещество или физический агент, способный вызвать развитие злокачественных новообразований или способствующий их возникновению. Большинство К. имеют техногенное происхождение.

КАРСТ – растворение водой горных пород (известняков, гипса, каменной соли) с образованием воронок, провалов на поверхности земли или подземных пещер, колодцев, галерей и т. п. Карстовый процесс может резко активизироваться в связи с техногенным изменением уровней подземных вод и (или) их интенсивным загрязнением К. особенно опасен в пределах городских агломераций (напр. Москва, Нижний Новгород и др.), на территориях ответственных объектов (напр., Ровенская АЭС, магистральные газопроводы Ужгородского коридора).

КАРТА – уменьшенное и обобщенное изображение (графическая модель) земной поверхности или др. объекта на плоскости в той или иной картографической проекции и системе условных знаков.

КАРТОГРАФИРОВАНИЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ – развивающийся раздел геоэкологии – отражение на карте результатов специальных съемок по оценке состояния компонентов природной среды и хозяйственного освоения территории. В настоящее время К. г. завершается составлением комплекта карт, состав и содержание которых строго не определены. Комплект, как правило, включает в себя карты хозяйственного освоения территории, источников загрязнения, техногенной нагрузки, загрязнения (состояния) почв, поверхностных и подземных вод, реке атмосферы, растительности и животного мира. На основе простых поэлементных карт создается синтетическая геоэкологическая карта, содержащая интегральную оценку современного состояния территории и прогноз его изменения.

КАТАСТРОФА ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ: 1) природная аномалия (длительная засуха, массовый мор скота и т.п.), нередко возникающая на основе прямого или косвенного воздействия человеческой деятельности на природные процессы и приводящая к остро неблагоприятным экономическим последствиям или массовой гибели населения определенного региона; 2) авария технического устройства (атомной электростанции, танкера и т.п.), в результате которой происходят крайне неблагоприятные изменения в среде, массовая гибель живых организмов, большой экономический ущерб (Чернобыльская К.э.).

КАТАЦЕНОЗ – финальная стадия дигрессии сообщества, после которой следует лишь полное его исчезновение

КАТЕГОРИЯ ЗЕМЕЛЬ (в природопользовании) – крупные участки территории суши, в пределах которых наблюдается однотипное воздействие хоз. деят. человека на природу. Выделяют три основные К.з.: а) интенсивно эксплуатируемые (преобразуемые) территории – города, дороги, пашни и т.п.; б) территории особого (щадящего, обычно экстенсивного) режима природопользования (напр., целый материк – Антарктида; районы, легкоранимые при хоз. деят., – бассейн Байкала; т. наз. маргинальные зоны – полупустыни, тундры и т. д.); в) природные (особо) охраняемые территории, где хоз. деят. либо полностью запрещена, либо резко ограничена (заповедники, заказники, нац. парки).

КАЧЕСТВО ЖИЗНИ: 1) совокупность условий, обеспечивающих (или не обеспечивающих) комплекс здоровья человека – личного и общественного, т. е. соответствие среды жизни человека его потребностям, интегрально отражаемое средней продолжительностью жизни, мерой здоровья людей и уровнем их заболеваемости (физической и психической), стандартизированных для данной группы населения; 2) соответствие среды жизни социально-психологическим установкам личности.

КАЧЕСТВО СРЕДЫ – степень соответствия природных условий потребностям людей или других живых организмов.

КВОТА. 1) законодательно установленная норма добычи (число разрешенных к отстрелу или отлову, сбору и т. п.) особей популяции хозяйственно ценного вида; 2) законодательно или в результате международного соглашения – установленная степень использования (количества) природного ресурса или норма любого воздействия (загрязнения определенным веществом, наплыва туристов и т. п.), определяемая как доля от общей суммы такого использования или воздействий, оказываемого всеми странами, промышленными предприятиями и т. д.

КИСЛОТНОСТЬ ПОЧВЫ (РН) – концентрация ионов водорода в почвенном растворе (активная, или актуальная кислотность) и в почвенном поглощающем комплексе (потенциальная кислотность); один из важнейших агрохимических показателей.

КЛАРК – константа распространенности элемента в земной коре в литосфере, атмосфере, гидросфере, живом веществе или др. крупной геохимической системе экотопосферы. Выражается в весе или числе атомов, процентах, весовых или числовых единицах в отношении всей суммы атомов или какого-либо одного, принятого за константу, например, кремния. В России широко используются процентные, весовые или ат. кларки, в США и ряде стран Европы чаще – весовые кларки в отношении кремния или в частях на миллион (г/т).

КЛАРК ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА – среднее содержание элемента, выраженное в весовых или атомных величинах (см. *Кларк*) и живом веществе в целом.

КЛАРК КОНЦЕНТРАЦИИ – по В. И. Вернадскому, отношение среднего содержания элемента в месторождении или в любом минеральном теле к кларку этого элемента в земной коре. К. к. колеблется от долей единицы, что свидетельствует о рассеянии данного элемента в минеральном теле до сотен

тысяч, что свидетельствует о его накоплении. К. к. характеризует месторождение в геохимическом смысле и отражает результаты и мощность геохимических процессов концентрации. Так для месторождения с содержанием $\text{Bi } 2 \%$, его К. к. составит $1,3 \times 10^6$.

КЛАСС САПРОБНОСТИ – класс (степень) загрязнения воды органическими веществами.

КЛАССИФИКАЦИЯ САНИТАРНАЯ – перечень оптимальных и допустимых норм температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в производственных (и жилых) помещениях (по сезонам года, по категориям работ) в соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями, составляющий основу санитарно-гигиенической группировки этих параметров.

КОАДАПТАЦИЯ – взаимное приспособление: 1) разных форм обитающих совместно организмов, напр., насекомых к опылению растений и, наоборот, растений – к опылению насекомыми (*экол.*); 2) разных органов в целостном организме, обеспечивающее максимальную согласованность их функций в процессе жизнедеятельности.

КОАЛЕСЦЕНЦИЯ – прилипание эмульгированных примесей к твердой поверхности. Свойство, используемое в процессах очистки.

КОЛИЧЕСТВА ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ОСТАТОЧНЫЕ (ПДОК) – количества вредных веществ в пищевых продуктах, способных к накоплению в рыбе и др. организмах, определяемые по нормам, утвержденным соответствующими медицинскими учреждениями.

КОМПЛЕКС АГРАРНО-ПРОМЫШЛЕННЫЙ (АГРОПРОМЫШЛЕННЫЙ, АПК): 1) совокупность отраслей (предприятий) народного хозяйства, деятельность которых прямо или косвенно связана между собой и направлена на удовлетворение потребностей населения в продуктах питания и др. продукции, вырабатываемой из с.-х. сырья, АПК состоит из трех основных сфер: а) производства средств производства для сельского хозяйства, пищевой и частично легкой промышленности, промышленных услуг и капитального строительства; б) собственно сельского хозяйства и в) отраслей, осуществляющих заготовку с.-х. продукции, ее вывоз, хранение, переработку и доведение до потребителя. В странах Запада АПК носит название «агробизнес»; 2) хозяйственное объединение (группа предприятий), сочетающее получение земледельческой и животноводческой продукции с обработкой этой продукции, сотрудничающее с отраслями, обеспечивающими успешность ведения хозяйства (напр., производство минеральных удобрений). В настоящее время термин приобретает особое значение в связи с появлением новой группы связей – ресурсо-энергетических: промышленные отходы служат целям развития сельского хозяйства, а с.-х. способствует развитию промышленности в пределах складывающегося комплекса.

КОМПЛЕКС ТЕРРИТОРИАЛЬНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ (ТПК) – группа предприятий и учреждений, выполняющих определенную народнохозяйственную функцию и связанных между собой, помимо производственных связей, совместным использованием территории, природных и трудовых ресурсов, находящихся на этой территории, а также производственной инфраструктуры

(сооружений, зданий, транспортных систем, прямо не относящихся к производству материальных благ, но необходимых для процесса производства). Часть единого народнохозяйственного комплекса страны. Нередко имеет специализацию, основанную на ведущем природном ресурсе территории (напр., ТПК Курской магнитной аномалии). Взаимосвязанная совокупность ТПК составляет региональный ТПК, служащий основой формирования экономического района.

КОМПОНЕНТ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ – горные породы, воздух, поверхностные и подземные воды, почвы, растительность, животный мир. Термин не обладает четкой определенностью компонента геоэкологического (как функционально-системной части целого), но по содержанию близок к этому понятию.

КОМПОНЕНТ(Ы) ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ(Е) – основные материально-энергетические составляющие экотопа биосферы: энергия (включая все лучевые, волновые и квантовые источники), газовый состав (атмосфера), вода (жидкая составляющая), почвосубстрат.

КОМПОСТ – удобрение, получаемое в результате микробного разложения органических веществ, в т. ч. из коммунальных отходов. К. из коммунальных отходов обычно интенсивно загрязнен солями тяжелых металлов.

КОМПОСТИРОВАНИЕ – составление торфо-навозных, торфо-зольных, торфо-фосфоритных, навозно-фосфоритных, смешанных, включающих отходы и отбросы сельского хозяйства, городской мусор и т. п., смесей с увлажнением их навозной жижей или жидкими бытовыми отходами, а при жидком характере смесей – с добавлением торфа, перегноя и т. п. сухих материалов и укладывание – этих смесей в штабеля 2–3 м шириной, переворачиваемых раз в 1–2 месяца; готовый перегнивший компост имеет вид однородной массы темного цвета.

КОМФОРТНОСТЬ СРЕДЫ – субъективное чувство и объективное состояние полного здоровья при данных условиях окружающей человека среды, включая ее природные и социально-экономические показатели.

КОНСЕРВАЦИОНИЗМ – экологическое течение, призывающее к полному и безоговорочному сохранению биосферы и всех ее подразделений в неизменном, «диком», первозданном состоянии.

КОНСУМЕНТЫ – потребители органического вещества – животные и некоторые группы растений.

КОНСУМЕРИЗМ – культ потребления, характерный для современного состояния развития общества и ведущий к усилению использования природных ресурсов.

КОНТРОЛЬ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ – наблюдение за уровнем соответствия ее физико-химич. параметров, насыщенностью веществами, необходимыми для жизнедеятельности человека (составная часть мониторинга природной среды); В К. п. с. входит контроль радиоактивности, загазованности, вибрации и т. п.; контроль содержания вредных веществ (загрязнителей) в воде, воздухе, почве, пищевых продуктах.

КОНЦЕНТРАЦИЯ ПРЕДЕЛЬНО-ДОПУСТИМАЯ (ПДК) – максимальная концентрация данного токсичного вещества, при которой не ухудшается

здоровье, работоспособность, самочувствие и настроение человека и не наблюдается неблагоприятных наследственных изменений у потомства. В основу выделения ПДК положены исследования влияния токсичных веществ на животных, людей и растительность, а также на почву и др. компоненты окружающей среды (экотопа). Для атмосферного воздуха населенных мест установлены максимальная разовая ПДК, при которой обнаруживаются рефлекторные реакции у человека, животных, растений (запах, цветковое ощущение и пр.) при 20-минутном воздействии вещества, и среднесуточная, которая не оказывает вредного влияния на человека (животных, растения) при неограниченно длительном контакте. Санитарные нормы качества воздуха (СанПиН) устанавливают ПДК вредных веществ для рабочей зоны и для населенных пунктов. На территориях санаториев, домов отдыха и городов с населением более 200000 человек загрязнения не должны превышать 0,8 ПДК. В последнее время при определении ПДК учитывается не только степень влияния загрязнителей на здоровье человека, но и воздействие этих загрязнителей на диких животных, растения, грибы, микроорганизмы, а также на природные сообщества в целом. Исследования последнего времени привели к выводу об отсутствии нижних безопасных порогов (а следовательно, ПДК) при воздействиях канцерогенов, ионизирующей радиации. Любое превышение ими привычного природного, фона опасно для живых организмов хотя бы генетически, в цепи поколений.

КОНЦЕНТРАЦИЯ ТОКСИЧЕСКАЯ – диапазон концентраций вредных веществ, которые способны при различной длительности воздействия вызывать гибель подопытных животных; в последнее время принято считать токсической концентрацию вредного начала, вызывающую гибель половины подопытных животных в течение 30 суток воздействия на них вредных веществ.

КОНЦЕНТРАЦИЯ ФОНОВАЯ: 1) содержание веществ в воздухе или воде, определяемое глобальными и региональными естественно происходящими процессами; 2) содержание веществ в воздухе или воде, определяемое глобальной или региональной суммой естественных и техногенных процессов; 3) содержание веществ в воздухе населенных мест, определяемое неучитываемыми производственными и транспортными выбросами и (или) приносом загрязнителей из смежных регионов.

КОЭФФИЦИЕНТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ – количество образующихся загрязнителей на единицу получаемой продукции (при переработке определенного вида сырья в рамках существующей технологии) или на единицу интенсивности определенного вида деятельности (напр., движения автомобильного транспорта).

«КРАСНЫЕ КНИГИ» – официальные издания, содержащие описание и состояние животных и растений, находящихся под большей или меньшей опасностью исчезновения. Содержат перечень мер по их охране и увеличению численности. Международная «Красная книга» издана Международным союзом охраны природы (МСОП). Изданы «Красные книги» России, Урала и отдельных его регионов.

КРИЗИС ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ – напряженное состояние взаимоотношений между человечеством и природой, характеризующееся несоответствием развития производительных сил и производственных отношений в человеческом обществе ресурсо-экологическим возможностям биосферы.

КРИЗИС ЭКОСИСТЕМЫ – ситуация, возникающая в результате катастрофических природных (извержение вулкана, наводнение, землетрясение, ураган, пожар, эрозия и т. п.) и техногенных факторов.

КРИЗИСНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИТУАЦИИ – пространственно значительные и глубокие локальные и региональные нарушения экологического равновесия, переводящие экосистемы (биогеоценозы) в критическое состояние с возможной их последующей гибелью.

КРИТЕРИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ – признак, на основании которого производится оценка, определение или классификация экологических систем, процессов и явлений. Вопрос о К. э. очень важен для экологического обоснования проекта, экологического планирования, прогнозирования, экологической экспертизы, всех типов экологической и экологоэкономической оценки природопользовательских мероприятий. К. э. может быть природозащитным, (сохранение целостности экосистемы, вида организма, его местообитания и т. п.), антропоэкологическим (воздействием на человека, на его популяции) и хозяйственным, вплоть до воздействия на всю систему «общество–природа», Шкала К. э. в природопользовании обязательно должна строиться с учетом всех трех типов критериев.

КУЛЬТУРЭКОСИСТЕМЫ, КУЛЬТУРБИОЦЕНОЗЫ – экосистемы, созданные человеком или находящиеся под его интенсивным влиянием. К ним относятся окультуренные экосистемы, намеренно измененные человеком (напр., лес, превращенный в лесопарк, или постоянно используемые для сенокошения и удобряемые луга, изменившие благодаря этому свой состав и продуктивность).

КУМУЛЯЦИЯ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ – сложение вредного эффекта от воздействия загрязнителей. К. з. может происходить в результате сосредоточения воздействующего начала по принципу дополнительного (усиливающего) воздействия химических, физических и биологических факторов типа эффекта суммации действия или быть результатом спонтанного синтеза нового химического агента сильнее чем изначальный, воздействующего на организм или сообщество (например, в результате действия эффекта синергизма).

Л

ЛАНДШАФТ – относительно однородная по своему генезису территория, на которой наблюдается закономерное повторение участков, тождественных по геологическому строению, форме рельефа, гидрологии, микроклимату, биоценозам и почвам. Низшая категория географического районирования.

ЛАНДШАФТ КУЛЬТУРНЫЙ – целенаправленно созданный техногенный ландшафт, обладающий целесообразными для человеческого общества структурой и функциональными свойствами.

ЛАНДШАФТ НАРУШЕННЫЙ – тип техногенного ландшафта, возникший в результате нерационального использования природных ресурсов.

ЛАНДШАФТ ТЕХНОГЕННЫЙ – ландшафт, преобразованный хозяйственной деятельностью человека настолько, что изменена связь природных (геоэкологических) компонентов в степени, ведущей к полной замене существовавшего на этом месте природного комплекса. Л. т. занимает 46 % территории суши планеты.

ЛЕС ВОДООХРАННЫЙ (водорегулирующий) – лес, растущий у истоков и по берегам водоемов, а также занимающий те места на водосборах, которые определяют водность бассейна. Л. в. регулирует водный сток, защищает водоем от заиления, подмыва берегов и т. д.

ЛЕС ПОЛЕЗАЩИТНЫЙ (почвозащитный) – естественные или посаженные (лесные полосы) участки лесной растительности, предназначенные для создания благоприятных микроклиматических условий развития культурных растений и защиты полей от эрозии, пыльных бурь и т. д.

ЛЕС РЕКРЕАЦИОННЫЙ – естественный или посаженный лес, используемый для различных видов отдыха и санаторно-курортного лечения.

ЛЕС РЫБООХРАННЫЙ – естественная или посаженная лесная растительность по берегам водоемов, создающая благоприятные условия для жизни и размножения ценных видов рыб.

ЛЕС СКЛОНОЗАЩИТНЫЙ – естественная или посаженная лесная растительность, защищающая крутые склоны от оползневых процессов, размывания и других видов эрозии и суффозии (см.).

ЛЕСИСТОСТЬ – отношение покрытой лесом площади к общей площади района, области, края, республики.

ЛЕСИСТОСТЬ ОПТИМАЛЬНАЯ – лесистость, сохраняющая естественное экологическое равновесие в данной местности или поддерживающая относительно неизменное состояние одного из средообразующих компонентов (напр., гидрологический режим).

ЛЕСНОЙ КАДАСТР – систематизированный свод достоверных сведений о природном, хозяйственном и правовом положении лесов. Содержит данные учета лесного фонда по количественным и качественным показателям, включая сведения о природопользовании.

ЛЕСОМЕЛИОРАЦИЯ: 1) направленное изменение отдельных природных условий, главным образом для повышения урожайности сельскохозяйственных культур (см. агролесомелиорация), достигаемое лесоводческими мероприятиями: лесонасаждением, изменением породного и возрастного состава древесно-кустарниковых растений, оптимизацией соотношения облесенных площадей с безлесными пространствами и т. д. (*биотехн. с.-х., лесов*); 2) общее улучшение природной среды жизни человека (*градостр., соц., экон.*),

ЛЕСОСПЛАВ МОЛЕВОЙ – лесосплав древесины в виде отдельных бревен (стволов) без увязки их в плоты и без погрузки на суда. Ведет к большой потере древесины, засорению и загрязнению водоемов.

ЛЕТАЛЬНАЯ ДОЗА – минимальное количество вредного агента, попадание или воздействие которого на организм приводит к его гибели.

ЛЕТАЛЬНЫЕ ФАКТОРЫ – факторы, действие которых приводит к гибели живых организмов. Как Л. ф., при достижении определенных концентраций и уровней в среде, могут выступать многие химические и физические загрязнители.

ЛИХЕНОИНДИКАЦИЯ – использование лишайниковых в качестве биологических индикаторов степени загрязнения атмосферного воздуха, основанное на изучении состава и биологических особенностей (морфологических, биохимических и т. д.) лишайнофлоры.

ЛИТОСФЕРА (от греч. lithos – камень и ...сфера) – внешняя оболочка «твердой» Земли, включающая земную кору и отделенную от нее границей Мохоровичича верхнюю жесткую часть мантии, в пределах которой имеют место сейсмические, тектонические движения (толчки). Сверху Л. ограничена атмосферой и гидросферой (см.), которые частично в нее проникают. Снизу Л. пока не имеет четкой границы с основной частью мантии.

ЛИЦЕНЗИЯ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ – оплачиваемое разрешение на выброс определенного количества вредных жидких или газообразных отходов заранее оговоренного или юридически установленного химического состава.

М

МЕГАПОЛИС – очень крупная городская агломерация, включающая ранее слившиеся многочисленные жилые поселения. Численность населения М. – более 1 млн. жителей.

МАГНИТОСФЕРА ЗЕМЛИ – область околоземного пространства, физические свойства которой определяются магнитным полем планеты и его с потоками заряженных частиц космического происхождения (в т. ч. с «солнечным ветром»). М. З. с дневной стороны простирается на 8 – 14 земных радиусов, а с ночной – вытянута, образуя т. н. «магнитный хвост» Земли в несколько от радиусов. В М. З. находятся радиационные пояса.

МАНТИЯ ЗЕМЛИ – оболочка «твердой» Земли, расположенная между земной корой и ядром Земли. Составляет 83 % объема Земли (без атмосферы) и 67 % её массы. Верхняя граница М. – поверхность Мохоровичича – расположена на глубинах от 5 до 70 км от поверхности Земли; нижняя – на глубине 2900 км, на границе Вихерта-Гутенберга с ядром Земли. Состав мантии предположительно оливиновый. Выделяют верхнюю (до гл. 900 км) и нижнюю (900 – 2900 км) мантию. Давление в М. З. изменяется от 1 до 136 ГПа, а температура достигает 2000 – 2500 °С. С процессами в М. З. связаны тектонические движения, магматизм и вулканизм.

МЕДИЦИНА ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ – комплексная научная дисциплина, рассматривающая все аспекты воздействия окружающей человека среды на его здоровье с центром внимания к факторам, непосредственно ведущим к заболеваниям «среды». М. э. оформилась как самостоятельная научная дисциплина в июне 1986 г. (конференция в Кливленде, США). М. э. включает в себя разделы биологии человека, медицины (гигиены, токсикологии, особенно генетической токсикологии, эпидемиологии и др.), химии, физики, социологии, технологии различных производств, измерение содержания в окружающей человека среде факторов, влияющих на здоровье человека (с изучением зависимости типа «доза–эффект»), изучение клеточных и молекулярных

механизмов их действия, теорию и практику санитарного контроля за чистотой среды жизни человека. Она включает также оценку риска использования лекарств, химических веществ в промышленности и быту, стройматериалов, пестицидов, исследует действие отравляющих отходов промышленности и сельского хозяйства, изучает методы лечения, причины и механизмы образования врожденных анатомических и физиологических аномалий, возникновение раковых (экологическая онкология), иммунологических, пульмонологических заболеваний, осуществляет контроль за чистотой среды жизни (в жилых и производственных помещениях, в нас. пунктах и вне их) и т. п.

МЕЗОСАПРОБНЫЕ ОРГАНИЗМЫ (МЕЗОСАПРОБЫ) – животные организмы, обитающие в умеренно загрязненных органическими веществами водах. Способствуют их биологическому очищению, некоторые, развиваясь в массовом количестве, служат биологическими индикаторами качества воды.

МЕЛИОРАЦИЯ – система организационно-хозяйственных, технических и других мероприятий, направленных на улучшение природных условий используемых территорий.

МЕРИДИАН (от лат. meridianus – полуденный) – линия сечения поверхности земного шара плоскостью, проведенной через какую-либо точку земной поверхности и ось вращения Земли. Различают М. географические и геомагнитные. За начальный М., от которого в международной практике ведется счет долготы географической, принят Гринвичский.

МЕТАЛЛ ЛЁГКИЙ – обладающий малой плотностью – меньше 8 тыс. кг/м³. К М. л. относятся: Li, Be, Na, Mg, Al, K, Ca, Ti, Rb, Sr, Cs, Ba. Наиболее широко используемые для получения легких сплавов М. л. – Al, Mg, Ti, Be, Li. Рассеиваясь по поверхности земли, М. л. сами (напр., Al) или в составе образующихся соединений так или иначе воздействуют на живое (Al, видимо, снижает прирост деревьев), но, как правило, не остротоксичны.

МЕТАЛЛ ТЯЖЕЛЫЙ – с плотностью более 8 тыс. кг/м³ (кроме благородных и редких). К М. т. относятся: Pb, Cu, Zn, Ni, Cd, Co, Sb, Sn, Bi, Hg. В прикладных работах к списку М. т. нередко добавляют также Pt, Fe, Ag, Mn, Au. Почти все М.т. токсичны. Антропогенное рассеивание М.т. (в том числе в виде солей) в биосфере приводит к отравлению или угрозе отравления живого.

МЕТАНТЕНК – очистное сооружение (резервуар в несколько тыс. м³) для биологической переработки органического осадка сточных вод сбрасыванием с помощью микроорганизмов при температуре 27-55 °С.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД – удаление нерастворимых в воде (механических) загрязнителей путем пропускания стоков: через решетки и сита, отстаивания, фильтрования, центрифугирования и гидроциклонирования.

МЕХАНИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ – загрязнение окружающей среды относительно инертными в физико-химическом отношении бытовыми и производственными отходами (строительный и бытовой мусор, упаковочные материалы, пластмассы и т.д.).

МИКРОЭЛЕМЕНТ: 1) химический элемент, необходимый организмам в ничтожных количествах, но определяющий успешность их развития или безболезненное существование; 2) химический элемент, содержащийся в

растениях и животных в количествах от $n \times 10^{-2}$ до $n \times 10^{-6}$ % вес и служащий активатором биохимических процессов в организме; 3) любой элемент, находящийся в рассматриваемой среде (воде, угле и т. п.) в количествах ниже 0,1 % (геол.). К М. обычно относят: В, F, Р, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Br, Sr, Mo, Ag, Cd, In, Sn, Sb, Te, I, Ba, W, Au. Hg, Ti, Pb, Bi, Ra, U.

МИНЕРАЛИЗАЦИЯ – концентрация солей в водах; выражается в мг/л, г/л, г/м³, %.

МОНИТОРИНГ – система наблюдения, контроля, прогноза, анализа и управления качеством состояния окружающей среды. М. призван прежде всего регистрировать техногенные и природные изменения в окружающей среде, используя физико-химические, санитарно-токсикологические, технологические, биосферные и социально-демографические показатели. Анализ совокупной экологической информации должен осуществляться на региональной основе, с учетом эталонных биосферных заповедников и экологических полигонов. Главной составной частью М. является разработка природоохранных мероприятий и внедрение их на региональной основе в перспективное планирование и территориальное проектирование всего комплекса социально-экономической деятельности в качестве программ и проектов территориальных комплексных схем охраны природы (ТЕРКСОП), являющихся экологическим обоснованием планов социально-экономического развития. Основными причинами торможения развития М. в России являются некомпетентность руководства, низкий нравственный уровень общества и несовершенство социальной системы. Принято делить М. на базовый (фоновый), глобальный, региональный и импактный (в особо опасных зонах и местах), а также по методам ведения (дистанционный (авиационный, космический) и наземный) наблюдения окружающей человека среды.

МОНУМЕНТ НАЦИОНАЛЬНЫЙ – принятая в США категория природных (особо) охраняемых территорий – разновидность национального парка.

МСОП – Международный союз охраны природы и природных ресурсов – неправительственная международная организация, ведущая исследования и пропаганду охраны природы и рационального использования природных ресурсов. Создана в 1948 г. по инициативе ЮНЕСКО. В ее составе более 50 государств. Штаб-квартира – г. Морж, (Швейцария).

МУЛЬДА (геол.) – пологая синклинальная складка, имеющая форму чаши.

МУСОР – совокупность твердых бытовых отходов и отбросов, образующихся в бытовых условиях. Синоним: твердые бытовые отходы. М. включает стекло, металлы, кости, дерево, бумагу и пр.

МУТАГЕН – любой агент (фактор), вызывающий мутацию.

МУТАЦИЯ – резкое наследственное изменение организмов, меняющее их морфологические и (или) физиолого-поведенческие признаки. Связано с изменением числа и структуры хромосом, с изменением структуры отдельного гена или их группы.

МЯГКОСТЬ ВОДЫ – малое содержание в воде солей кальция и магния. Противопоставляется жесткости воды – большому содержанию этих веществ в воде.

Н

НАВОЗ – помет животных (бесподстилочный Н.) или его смесь с рыхлым материалом (соломой, опилками, – подстилочный Н.). Бесподстилочный Н. обычно убирают гидросмывом, поэтому он жидкий. Подстилочный Н. – хорошее органическое удобрение. Бесподстилочный жидкий Н. требует при внесении применения жиже-разбрызгивателей, так как при концентрированном внесении, образуя воздухо-непроницаемую пленку, не повышает, а снижает урожай. Лучший способ использования – первоначальное сброживание с получением биогаза и лишь затем применение как удобрения.

НАГРУЗКА РЕКРЕАЦИОННАЯ – степень непосредственного влияния отдыхающих людей (туризм, сбор «даров» леса, спортивная охота, рыболовство и т. д.), их транспортных средств, строительства временных и дачных жилищ и других сооружений на природные комплексы или рекреационные объекты (живописные места, памятники архитектуры и т.д.). Выражается числом людей или человеко-дней на единицу площади или рекреационный объект за определенный промежуток времени (обычно за день или год). Гибельная Н. р. для лесов средней полосы России: сосняк – 7, ельник-черничник – 15, березняк и осинник – 25-30 человек на 1 га одновременно в течение 5–7 лет.

НАГРУЗКА ТЕХНОГЕННАЯ – степень прямого и косвенного воздействия людей и их технологий на природу в целом или на её отдельные геоэкологические компоненты и элементы (ландшафты, природные ресурсы, и пр.).

НАДЕЖНОСТЬ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ – способность экосистемы относительно полно самовосстанавливаться и саморегулироваться (в пределах естественных для системы суточных, сезонных, межгодовых и вековых флуктуаций).

НАДЗОР САНИТАРНЫЙ (САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИЙ) ГОСУДАРСТВЕННЫЙ – контроль за соблюдением и выполнением санитарно-гигиенических и противозаразительных норм и правил. Осуществляется санитарно-эпидемиологической службой. Основная задача этой службы – осуществление мероприятий, направленных на предупреждение и ликвидацию инфекционных болезней, соблюдение нормативов качества продуктов питания и допустимых норм загрязнения объектов окружающей человека среды промышленными, с.-х. и хозяйственно-бытовыми отходами, на оздоровление условий труда и быта людей.

НАРУШЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ (ЧЕЛОВЕКА) СРЕДЫ – любое изменение природных, природно-техногенных или социальных условий, превышающее или не превышающее биологические или социально-экономические способности человека к адаптации (с ухудшением или без нарушения его здоровья). В первом случае часто говорят о разрушении окружающей (человека) среды.

НАРУШЕНИЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО (ПРИРОДНОГО) РАВНОВЕСИЯ – изменение в процессах взаимодействия и составе компонентов и элементов экотопа экосистемы, ведущее в конечном счете к ее замене др. экосистемой на длительный или условно бесконечный срок. Напр., вырубка лесов в засушливой зоне может привести к смещению природного баланса в сторону развития экосистемы пустыни – устойчивого (равновесного, квазистационарного)

образования, в нашем примере возникающего взамен лесной экосистемы, находившейся до ее нарушения в равновесии со средой.

НАРУШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ: 1) отклонение от обычного состояния (нормы) экосистемы любого иерархического уровня организации (от биогеоценоза до биосферы). Н. э. может произойти в одном из экологических компонентов или в экосистеме в целом, быть причинно-внешним для рассматриваемой экосистемы или внутренним для нее, иметь техногенный или естественный характер, быть локальным, региональным или глобальным. Подразумевается, что если Н. э. недостаточно для того, чтобы привести к необратимому разрушению экосистемы, то последняя способна самовосстановиться; 2) любое временное или постоянное отклонение от благоприятных для человека условий среды жизни (экол. человека).

НАРУШЕННЫЕ ЗЕМЛИ – земли, утратившие свою хозяйственную ценность или являющиеся источником отрицательного воздействия на окружающую среду в связи с разрушением на них почвенного и растительного покрова, изменением гидрологического режима и образованием техногенного рельефа в результате производственной деятельности человека.

НАРУШИТЕЛЬ (юридически–преступник) В ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИИ – юридическое или физическое лицо, уклоняющееся от исполнения ведомственных, региональных, государственных, международных и иных нормативных актов и указаний, регламентирующих природопользование, или способствующее (принуждающее) к такому действию. К Н. в п. следует относить также юридических и физических лиц (в том числе проектные организации и отдельных проектантов), преднамеренно (при знании последствий) или по преступному незнанию (при реальной возможности получения адекватной информации) направляющих процессы природопользования к возникновению в природе кризисного, критического и тем более катастрофического состояния.

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПАРК – крупный заповедник, расположенный в живописной, привлекающей внимание туристов местности, обычно с наличием других, напр. исторических, достопримечательностей. Соответственно этому главные функции Н. п. не научные, как в заповеднике (хотя научные исследования в нем проводятся), а туристско-рекреационные и просветительные.

НЕВОЗОБНОВИМЫЕ ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ – часть исчерпаемых природных ресурсов, которая не обладает способностью к самовосстановлению за сроки, соизмеримые с темпами хозяйственной деятельности человека (напр., богатства недр).

НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ – их обработка с целью снижения или полного устранения вредного воздействия на среду жизни.

НИТРАТЫ – соли азотной кислоты (Н. аммония, щелочных и щелочноземельных металлов называют селитрами), широко применяемые в промышленности и особенно в сельском хозяйстве. При несоблюдении норм удобрения полей Н. накапливаются в пищевых продуктах и вызывают тяжелые отравления.

НИША ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ – место вида в природе, включающее не только положение вида в пространстве, но и функциональную роль его в сообществе и его положение относительно абиотических условий существования (температуры,

влажности и т. п.). Если место обитания – это как бы «адрес» организма, то Н. э. – это его «профессия».

НООБИОГЕОЦЕНОЗ (от греч. *noos* – разум, *био...*, *гео...* и *...ценоз*) – элемент ноосферы, формирующийся, по С. С. Шварцу (1974), в пределах естественных биогеоценозов, попавших в зоны влияния технологий, и включающий в себя три самостоятельных структурных элемента: *нооценоз*, *биоценоз* и среду для их развития (*экотоп*): почву, грунты, недра, воды, атмосферу, состав и свойства которых изменяются под воздействием природных и техногенных факторов.

НООСИСТЕМА (от греч. *noos* – разум и греч. *systema* – целое, составленное из частей, соединенное) – элемент ноосферы, формирующийся как единый природно-технический и природно-технологический комплекс, образованный нооценозом по С. С. Шварцу, живыми организмами (включая *homo sapiens*) и средой их обитания (атмосферой, почвой, ландшафтом, водами, грунтами). В Н. Нооценоз, живые и косные компоненты связаны между собой обменом веществ, энергии и информации. Нообиогеоценоз является частным случаем Н. И эти понятия соотносятся так же, как биогеоценоз и экосистема. Иными словами Н. – это экосистема, в структуру связей которой органически входит нооценоз, в связи с чем она приобретает свойства технической системы, сохраняя свойства и качества экосистемы.

НООСФЕРА (от *ноо...* и *...сфера*) – сфера разума, по В. И. Вернадскому, новое состояние биосферы, при котором деятельность человека и нооценозов, их взаимодействие с окружающей средой становятся главным, определяющим фактором ее развития. Ноогеоценозы здесь гармонично связаны друг с другом, с биогеоценозами и экотопом, формируют целостную хорошо геохимически сбалансированную безотходную биодинамическую ноосистему. Основы учения о ноосфере заложил В. И. Вернадский. Идея ноосферы – это идея выживания человечества в условиях все разрастающегося экологического кризиса. Это идея перехода человечества на модель устойчивого развития, получившей всеобщее признание на Всемирном конгрессе по охране окружающей среды в Рио-Де-Жанейро в 1992г.

НООЦЕНОЗ – по С. С. Шварцу (1974 г.), – это технологические линии разнообразных производств, превращенные в активные звенья экосистемы и приобретающие равновесные взаимосвязи с ее продуктивностью.

НОРМА ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ – установленное количество воды на одного жителя или условную единицу производимой продукции (единицу измерения в сфере обслуживания). В РФ одна из самых высоких в мире Н. в. – в Москве до 500 л в сутки на 1 человека. В связи с развитием процессов загрязнения, в т. ч. и многокилометровых водопроводных сетей, необходимо разделить водопотребление на: 1) питьевое и 2) хозяйственное. Питьевая вода требует более высокого качества, но норма питьевого водопотребления составляет не более 1% от хозяйственного (2 – 2,5 л/сут на 1 чел.). В связи с высокой заболеваемостью и смертностью населения по причине использования для питья недоброкачественной воды и абсурдностью ситуации, когда водой питьевого качества моют полы и стирают белье, необходимо заменить существующую стратегию хозяйственно-питьевого водоснабжения населения на принципиально

новую – нацеленную на первоочередное обеспечение населения экологически чистой, здоровой питьевой водой.

НОРМА ВЫБРОСА – суммарное количество газообразных и (или) жидких отходов, разрешаемое предприятию для сброса в окружающую среду. Объем Н. в. определяется из расчета, что кумуляция вредных выбросов от всех предприятий данного региона не создает в нем концентрации загрязнителей, превышающих ПДК.

НОРМА ЗАГРЯЗНЕНИЯ – предельное количество загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду, допускаемое нормативными актами (см. ПДВ).

НОРМА ОСУШЕНИЯ – расчетная величина понижения уровня грунтовых вод на осушаемой территории. Зависит от характера почв и возделываемых на них культур. На торфяных почвах рекомендуемая Н. о. (глубина грунтовых вод); для зерновых – 0,7–0,8 м, для садов – 1,1–1,2 для технических культур и овощей – 0,6–1 м.

НОРМА ПРОМЫСЛА – лимит изъятия из эксплуатируемых природных ресурсов (минеральных ценностей, лесов, наземных животных, морских животных, включая рыб и беспозвоночных, ягод, грибов и т. д.), обеспечивающих их самовосстановление или постепенность использования, т. е. Н. п. – качественно-количественное ограничение, предотвращающее нарушение структуры и функционирования популяций и экосистем – их половозрастного состава, сложения, внутренних взаимоотношений и т. д., или, в случае невозобновимых объектов промысла, социально-экономически обоснованную постепенность расходования ресурса.

НОРМА САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ – качественно-количественный показатель, соблюдение которого гарантирует безопасность или оптимальные условия существования человека (напр., норма жилой площади на 1 члена семьи, норма качества вод и т. п.).

НОСТАЛЬГИЯ – болезненная тоска по родине, привычной среде жизни, чаще всего проявляющаяся при вынужденном проживании на чужбине, но развивающаяся и при резком изменении природной среды на родине в результате хозяйственных мероприятий (*соц., псих., .соц.-экол.*).

НОЯ – неблагоприятные опасности и явления; включают кратко- и долговременные ситуации, аварии и катастрофы (Чернобыль, Арал и т. д.), приводящие к деградации (гибели) экосистемы или ее составных частей.

О

ОБЕЗВОЖИВАНИЕ ОТХОДОВ – технологический прием отделения воды от отходов в целях их дальнейшей переработки (брикетирования, сжигания и т. п.).

ОБЕЗВРЕЖИВАНИЕ ОТХОДОВ – обработка производственных или бытовых отходов, направленная на предотвращение возможного их вредного влияния на окружающую среду и здоровье человека.

ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ – комплекс мероприятий, направленных на: подавление очага инфекционного или природноочагового заболевания (*мед.*); разрушение образовавшихся или искусственно распространенных ядов (*санит.*); уничтожение

карантинных видов растений и животных (с.-х.); стерилизацию инструментов, материалов, помещений.

ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ СТОЧНЫХ ВОД – обработка сточных вод с целью удаления из них патогенных микроорганизмов и устранения опасности заражения ими окружающей среды.

ОБЛАКО ИНДУСТРИАЛЬНОЕ – скопление пара, возникающее над промышленными районами – над местами выхода нагретого воздуха (напр., над градирнями), а также образующееся в результате конденсации влаги на дымовых частицах.

ОБЛУЧЕНИЕ – воздействие на живой организм любыми видами излучений: инфракрасным (тепловое О.), видимым и ультрафиолетовым солнечным светом, космическими лучами и ионизирующими излучениями земного происхождения. Биологическое действие О. зависит от дозы, вида О., энергии О. и физиологического состояния организма.

ОБОРОТНОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ – повторное многократное использование в производстве отработанных вод (после их очистки, охлаждения и соответствующей целям производства подготовки) при ограниченной их потере (до 10 – 20 % за счет негерметичности водоводов и испарения).

ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ – доказательство вероятного отсутствия неблагоприятных экологических последствий (отклонений от принятых нормативов) осуществления предлагаемого проекта и, наоборот, улучшения в ходе его осуществления условий для жизни людей и функционирования хозяйства. Носит вероятностный характер, так как видимые плюсы и минусы в силу фактора неопределенности и принципа неполноты информации могут не реализоваться на практике. О. п. э. базируется на экологическом прогнозировании и первичной (предпроектной) экологической экспертизе. О. п. э. можно считать реализованным лишь при условии максимального (желательно полного) отсутствия минусов в принятой нормативной шкале. Полнота и информативная обеспеченность такой шкалы зависят от уровня знаний. В каждом конкретном случае этот уровень должен быть максимально возможным для данного этапа развития науки.

ОБРАБОТКА ОТХОДОВ – сепарация ценных веществ, разделение отходов на фракции (стекло, металл, бумага и др.), извлечение этих фракций, обезвреживание, сжигание горючей части и другие операции, необходимые для дальнейшей утилизации отходов

ОБЪЕКТ (ОСОБО) ОХРАНЯЕМЫЙ: 1) памятник архитектуры или природы, находящийся под охраной закона или обычаев; 2) любой объект (вид животного, популяция, памятник природного или культурного наследия) или явление природы, юридически (на основе правительственных, ведомственных постановлений, распоряжений, актов), находящиеся под охраной в большей мере, чем другие, сходные с ним.

ОБЪЕКТ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ – пространственно ограниченный комплекс (территориальное сочетание) конкретных природных ресурсов, для которого характерны взаимообусловленное (интегральное) использование ресурсов в рамках имеющихся или планируемых технологий, относительная

однородность природно-экономических условий развития хозяйства, его специализации, технической вооружённости, обеспеченности материальными и трудовыми ресурсами. Пример: территория со сравнительно однородными почвенно-климатическими и социально-экономическими условиями ведения сельского хозяйства.

ОБЪЕКТ РЕКРЕАЦИОННЫЙ – любая ограниченная по площади территория, обладающая особо привлекательными для отдыха свойствами. Природный О. р. – участок природы ограниченного размера, охотно используемый для отдыха: пруд, озеро, лесная поляна, памятник природы, видовая площадка. Поскольку любая территория неоднородна и имеет участки различной – высокой и низкой – привлекательности для отдыха, наличие достаточного числа О. р. определяет рекреационную емкость территории или акватории.

ОЖЕЛЕЗНЕНИЕ СРЕДЫ – условный термин, который используется в литературе для определения возрастающих объемов техногенного поступления железа в природную среду.

ОЖОГ РАСТЕНИЙ – побурение листьев, стеблей и др. частей растений с последующим их отмиранием, вызываемое действием пестицидов (химический О. р.), высокой температуры (тепловой О. р.), мороза (низкотемпературный О. р.) или в результате резкой смены тепла и холода.

ОЗОНИРОВАНИЕ – обработка воды и (или) воздуха озоном для уничтожения микроорганизмов и устранения неприятных запахов.

ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА – это экотоп биосферы-ноосферы или экотопосферы. О. с. включает в себя косную и биокосную составляющую биосферы-ноосферы: атмосферу, гидросферу, педосферу и верхнюю часть литосферы. О. с. представляет собой совокупность природных, технических и информационно-коммуникационных систем, объектов, явлений и факторов, прямо или косвенно влияющих на условия жизни и развития человека и живых организмов.

ОЗОНОВЫЙ ЭКРАН, ОЗОНОСФЕРА (от озон) расположен в атмосфере на высоте от 10 до 50 км, с максимумом концентрации на высоте 20 – 25 км. Предохраняет живые организмы и человека на Земле от опасного коротковолнового излучения Солнца. Своему существованию обязан деятельности фотосинтезирующих растений (выделение O_2) и действию на кислород ультрафиолетовых лучей: $3O_2 + 285 \text{ кДж} = 2O_3$. Озон подвержен техногенному разрушению летучими органическими веществами.

ОЛИГОСАПРОБ – организм, населяющий чистые, незагрязненные воды (биоиндикатор высокой чистоты вод). К О., напр., относятся некоторые водоросли, личинки поденок и веснянок, моллюск дрейссена, стерлядь, гольян и форель.

ОПАСНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ СИТУАЦИИ – ситуации в природной среде, представляющие угрозу для сохранения экологического равновесия и экологических ресурсов территории, а также для дальнейшего существования эволюционно сформировавшихся биогеоценозов.

ОПТИМИЗАЦИЯ: 1) получение максимума возможного при минимуме усилий (затрат) – в экономике и математике. Обычно рассматривается в относительно коротких интервалах времени; 2) стремление к состоянию, наиболее близкому к

динамическому равновесию (квазистационарному состоянию), напр., экологически оптимальная плотность населения животных, растений, не ведущая к подрыву кормовой базы или истощению почв; 3) получение соотношения, наиболее желательного в хозяйственном смысле, напр., экономически оптимальная плотность населения животных, позволяющая вести их промысел, но не нанося ущерб лесному хозяйству, другим формам природопользования; 4) приход к состоянию, наиболее желательному с точки зрения человека (с позиций экономики, социологии, охраны природы) или лишь максимально сохраняющему его здоровье. Термин стал настолько многозначным, что требует определяющего прилагательного или словосочетания: О. окружающей человека среды, О. территориально-экологическая, хозяйственная О., экологическая О., экономическая О., эколого-хозяйственная О. и т. д.

ОПТИМИЗМ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ – нежелание видеть ограничивающее воздействие экологических факторов в природопользовании и всей жизни человечества (оптимизм в значении шапкозакидательства). О. э. очень близок к волюнтаризму экологическому. Особенно опасен О. э. в оценке воздействия глобальной войны на среду жизни.

ОПТИМУМ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ – условия, в которых наблюдается наилучшая жизненность вида.

ОПУСТЫНИВАНИЕ – потеря местностью (естественное исчезновение или уничтожение) сплошного растительного покрова с невозможностью его самовозобновления. О. происходит как в результате природных, так и (в настоящее время) гл. обр. техногенных причин (в результате местной хозяйственной деятельности или регионально-глобальных косвенных воздействий, напр., из-за сведения лесов в соседних районах Земли). Под угрозой О. находится порядка 30 млн. км² (19%) суши Земли.

«ОПЬЯНЕНИЕ» ЗВУКОВОЕ – возбуждение, возникающее в результате резонанса клеточных структур в ответ на громкие ритмические звуки. Звуковое опьянение по субъективным ощущениям аналогично алкогольному опьянению и одурманиванию наркотиками. Звуковое опьянение – одна из причин успеха современной шумной музыки. Уровень шума, создаваемый современной звуковой аппаратурой, может превышать болевой порог и достигать 130 дБ, оказывая негативное действие на здоровье слушателя.

ОРГАНИЗМ-ИНДИКАТОР: 1) организм с узкими пределами экологической приспособленности (стенобионт), своим поведением, изменением физиологических реакций или самой возможностью существования (наличием) указывающий на изменения в среде или на ее определенные характеристики (естественные или техногенные). Такие организмы служат указателями, напр., свойств почвы, наличия некоторых полезных ископаемых и т. д. (см. *Биоиндикатор*); 2) биогеографический О.-и. – стенобионт, приспособленный к жизни в данной экосистеме и не живущий в других, что дает возможность отличать одно комплексное природное образование от других; 3) О.-и. загрязнения – организм, подавленное состояние, исчезновение или, наоборот, усиленное размножение и рост которого сигнализируют о загрязненности среды,

а в ряде случаев говорят о степени загрязненности и составе загрязнителей, их кумулятивном и синергическом действии.

ОРГАНИЗМЫ АВТОТРОФНЫЕ (от греч. autos – сам и греч. trohe – пища, питание) – организмы, способные использовать для своего питания исключительно минеральные соединения (углекислоту, неорганические соединения азота и воду) и на основе фотосинтеза (все зеленые растения – фототрофы) или энергии химических реакций, хемосинтеза (хемотрофы) создавать органическое вещество.

ОРГАНИЗМЫ ГЕТЕРОТРОФНЫЕ – (от греч. heteros – другой и греч. trohe – пища) – организмы, использующие для питания готовые органические вещества, создаваемые автотрофными организмами.

ОРГАНИЗМЫ КОНСУМЕНТЫ (от лат. consumo – потребляю) – гетеротрофные организмы питающиеся готовыми органическими веществами. Выделяются консументы первого, второго и более высокого порядка до пяти звеньев (трофических уровней). Консументы первого порядка – растительноядные животные, остальные – хищники. Консументы каждого звена создают новое органическое вещество.

ОРГАНИЗМЫ ПРОДУЦЕНТЫ (от лат. producentis – производящий, создающий) – организмы, способные к фото- или хемосинтезу и являющиеся в пищевой цепи первым звеном, создателем органических веществ из неорганических. Это автотрофные организмы, а также микроорганизмы, служащие источником получения, например, антибиотиков и других веществ, используемых человеком.

ОРГАНИЗМЫ РЕДУЦЕНТЫ (от лат. reducentis – возвращающий, восстанавливающий) – организмы – сапрофиты (бактерии, грибы, микроорганизмы), питающиеся мертвым органическим веществом, которое при минерализации разлагается на воду, углекислоту и простейшие соли, пригодные для использования автотрофными организмами. В пищевой цепи относятся к редуцентам.

ОРУЖИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ – любое физическое, химическое и биологическое средство, наносящее материальный урон (снижающее обороноспособность и приводящее к ухудшению здоровья (вплоть до смерти) противника через изменение природной среды его обитания). О. э. может быть метеорологическое (воздействие на погоду, озоновый экран и т. п.) и экосистемное, в том числе биологическое (воздействие на экологические компоненты и через них). Примером экосистемного О. э. служит применение США О. э. во время войны во Вьетнаме, где было распылено свыше 100 тыс. т гербицидов и дефолиантов, действовавших прежде всего на растительность – продуценты. В результате было уничтожено 12 % лесов, 40 % мангров и более 5 % сельхозугодий страны. Поскольку пестициды не обладают абсолютно избирательным действием (см. *Закон физико-химического единства живого вещества В.И. Вернадского*), во Вьетнаме был нанесен урон пресноводным рыбам, улов которых до середины 80-х гг. оставался в 10–20 раз ниже, чем до применения пестицидов в военных целях. В несколько раз ниже и почвенное плодородие поражённых земель. Непосредственный ущерб здоровью был

причинен 1,6 млн. вьетнамцев. Более 7 млн. человек были вынуждены покинуть районы, где было применено О. э. Одним из наиболее тяжелых последствий стало накопление диоксида (см) в местах применения дефолиантов и его распространение по цепям питания.

ОСАДКИ РАДИОАКТИВНЫЕ – продукты радиоактивного распада, выпадающие на Землю в виде пыли или с дождем (снегом).

ОСАДОК СТОЧНЫХ ВОД – отстаивающаяся при очистке сточных вод твердая составляющая, включающая минеральные и органические вещества. О. с. в. используют в качестве местных удобрений с.-х. и лесных культур, иногда для получения биогаза. При общесплавной канализации в составе О. с. в. нередко присутствуют токсичные вещества (тяжелые металлы и др.), ограничивающие их применение в качестве с.-х. удобрений.

ОСВОЕНИЕ ОТВАЛОВ – комплекс инженерно-технических, биологических, агротехнических и др. мероприятий, имеющих целью вовлечение занятых отвалами территорий в хозяйственный оборот и возвращение им экологической ценности.

ОСЕДАНИЕ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ – вертикальное смещение поверхности земли, происходящее с понижением абсолютных и относительных отметок и образованием мульдообразного понижения в результате подработки территории подземными выработками и (или) вследствие значительного снижения уровня подземных вод. При этом увеличивается напряжение на скелет горных пород за счет снятия нейтрального давления (давления воды в скважинном пространстве горных пород) и происходит их уплотнение. О. з. п. может быть обусловлено также развитием карста и термокарста, процессами оттаивания мерзлых пород, естественным уплотнением насыпных и намывных грунтов.

ОТВАЛ – насыпь, образуемая в результате размещения вскрышных пород на специально отведенных площадях. О. может занимать отрицательные формы рельефа – низины, овраги и т. п. участки.

ОТЛОЖЕНИЯ ДОННЫЕ – донные наносы и твердые частицы, образовавшиеся и осевшие на дно водного объекта в результате внутриводоемных физико-химических и биохимических процессов, происходящих с веществами как естественного, так и техногенного происхождения. О.д. подразделяются на пригодные для обитания организмов (каменистые, галечные, гравийные, песчаные – крупный и мелкий песок, глинистые, илы, крупный и мелкий детрит и крупные органические остатки с преобладанием окислительных процессов) и непригодные для обитания организмов (илы, крупный и мелкий детрит и крупные органические остатки с преобладанием восстановительных процессов и грунты техногенного происхождения, такие, как древесное волокно от целлюлозно-бумажных фабрик, отходы лесосплава, любые грунты, покрытые слоем нефтепродуктов, независимо от толщины слоя). По характеру загрязнения О. д. можно судить о загрязнении водоемов, водотоков.

ОТРАБОТАННЫЕ ГАЗЫ – газообразные продукты, выбрасываемые в атмосферу двигателями внутреннего сгорания (выхлопные газы), промышленными установками и предприятиями (промышленные газы).

ОТХОДЫ – непригодные для производства данной продукции виды сырья, его неупотребимые остатки или возникающие в ходе технологических процессов вещества (твердые, жидкие и газообразные) и энергия, не подвергающиеся утилизации в рассматриваемом производстве (в том числе с.-х. и в строительстве). О. одного производства могут служить сырьем для другого. Перестройка экономики и переход на интенсивную технологию требуют существенного пополнения и экономии материальных и энергетических ресурсов, прежде всего за счет более активного и умелого использования отходов, превращаемых во вторичные ресурсы. Вредные О. должны подвергаться нейтрализации. Неиспользуемые О. становятся источником загрязнения окружающей среды.

ОТХОДЫ БЫТОВЫЕ (КОММУНАЛЬНЫЕ) – твердые (в том числе твердая составляющая сточных вод – их осадок) отбросы и др., не утилизируемые в быту, образующиеся в результате амортизации предметов быта и самой жизни людей, вещества (включая бани, прачечные, столовые, больницы, бытовые помещения предприятий и т.п.). Количество О. б. (к.) в России оценивается в размере ок. 50 млн. т в год. Нередко в понятие О. б. (к.) не включают осадок сточных вод. За год из городов и др. населенных мест СССР в середине 80-х гг. вывозили 213 млн. м³ бытового мусора, 103,5 млн. м³ жидких отходов и 46 млн. т. снега. (См. также *Мусор*).

ОТХОДЫ ГАЗООБРАЗНЫЕ – газовый компонент отходов.

ОТХОДЫ НЕИСПОЛЬЗУЕМЫЕ – вторичные материальные ресурсы, для которых в настоящее время отсутствуют технологические или экономические условия утилизации.

ОТХОДЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ – изделия и машины, утратившие свои потребительские свойства в результате физического или морального износа.

ОТХОДЫ ПРОИЗВОДСТВА (ПРОМЫШЛЕННЫЕ) – остатки сырья, материалов, полуфабрикатов, образовавшиеся при производстве продукции или выполнении работ и утратившие полностью или частично исходные потребительские свойства.

ОТХОДЫ РАДИОАКТИВНЫЕ – неиспользуемые радиоактивные вещества, образующиеся при работе ядерных реакторов и при производстве и применении радиоактивных изотопов. Нуждаются в дезактивации и тщательном захоронении, что можно считать пока не решенной проблемой.

ОТХОДЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ – отходы, образующиеся в ходе с.-х. производства (навоз и т. п.). Особенно опасны с.-х. стоки. Основные пути использования О. с. – получение биогаза и удобрения для полей.

ОТХОДЫ СТРОИТЕЛЬНЫЕ – отходы, образующиеся в процессе строительства зданий и сооружений (в том числе дорог).

ОТХОДЫ ТВЕРДЫЕ – твердый компонент отходов. На 1980 г. количество О. т. в СССР, оценивалось в размере 3,6 млрд. т.

ОТХОДЫ ТОКСИЧНЫЕ – отходы, способные вызывать отравление или иное поражение живых существ.

ОХРАНА ПРИРОДЫ – 1) система государственных и общественных мероприятий, обеспечивающих сохранение атмосферы, растительного и животного мира, почв, вод и земных недр. В РФ предусмотрена Конституцией

(основным законом) и рядом специальных законов об охране природы. 2) Комплекс мероприятий по управлению взаимодействием общества и природы. В основе мероприятий лежат исследования причин и следствий техногенного и стихийного влияния на биогеоценозы и биосферу в целом, моделирование и их изменений при разнообразных условиях с целью оптимизации биогеоценозов, нообиогеоценозов, и биосферы в целом во всех пространственно-временных координатах: от локального уровня до глобального масштаба, от текущего момента до отдаленной перспективы в 50 – 100 и более лет.

ОЦЕНКА ПРОЕКТА ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ – одна из составляющих экспертизы проектов – денежная или балльная оценка воздействия будущей, хозяйственной акции на природные ресурсы, строительные объекты, хозяйственные функции (урожаи сельхоз. культур и т. п.) и здоровье человека. Производится по специальным, утвержденным плановыми органами методикам. Относится к глубине изменений среды, их размерности, площади или объему предполагаемого загрязнения (напр., тыс. т. вредных атмосферных выбросов). О. п. э.-э. должна включать в себя более широкий круг вопросов: возможные цепные реакции в природе, воздействие их на местное население и т. п. Напр., возможность возникновения техногенных землетрясений, др. стихийных бедствий.

ОЦЕНКА УЩЕРБОВ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ – определение экономических и внеэкономических потерь, связанных с более быстрым износом сооружений, зданий, коррозией материалов, с искажением технологических процессов близлежащих производств, увеличением заболеваемости и снижением трудоспособности людей, уменьшением урожайности или ухудшением качества с.-х. продукции и др. явлениями, причиной которых служит физическое, механическое, химическое и биологическое загрязнение среды. Как правило, приводится в денежном выражении. Деньги в данном случае выступают не только как экономический показатель, но и как условная мера социальных и экологических ущербов. Экономическая (денежная) О. у. от з. среды возможна лишь в конечных величинах, в то время как ущерб может достигать значения практической («дурной») бесконечности при безвозвратной потере основных ценностей типа вида живого, человеческой жизни, культурных памятников и т. п.

ОЦЕНКА УЩЕРБОВ ОТ НАРУШЕНИЯ ПРИРОДНОГО БАЛАНСА – определение экономических и внеэкономических потерь, связанных с прямыми и косвенными последствиями коренного изменения среды жизни и общественного производства в результате нарушения экологического равновесия. Сумма оценки включается в экологическую цену изымаемых природных ресурсов. Напр., народнохозяйственная эффективность открытой разработки руд КМА в результате ущербов при изменении природного баланса (один лишь Лебединский разрез снижает уровень грунтовых вод на территории более 7 млн. га) оказывается на 23–25 % ниже расчетной.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ – определение состояния среды жизни или степени воздействия на нее каких-то факторов.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ, или (и вернее) ЭКОЛОГО-СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ «трехмерный» подход к событиям,

явлениям, ресурсам и объектам, исходящий из признания равной важности экологической, социальной и экономической составляющих. Состоит из экологической оценки с учетом динамики воздействия, определения социального значения событий, явлений, ресурсов и объектов (также в динамике), их экономической оценки и интегрируется в некую системную общность определенной (и определяемой в натуральных показателях, баллах или денежных единицах) важности для жизни и развития общества. Возможна в приложении как к природным, так и к материальным ценностям. Одна из составляющих может доминировать, даже абсолютно преобладать (напр., в оценке памятника природы, имеющего преимущественно социальную ценность). В отличие от экономической оценки природных ресурсов и объектов О. э.-с.-э. не замыкается на экономике региона или страны, а базируется на общемировом взгляде на вещи. Одним из следствий этого, как правило, служит отсутствие нулевого значения оценок. Особое значение в О. э.-с.-э. имеет динамический подход, рассмотрение, событий, явлений, ресурсов и предметов (объектов) во времени: незначимое сейчас может со временем стать ценным и, наоборот, потерять былую ценность. Напр., пуд муки в XVII в. оценивался в Сибири почти наравне (и даже дороже) с пудом красной икры, а фунт сахара или одна чугунная сковорода стоили дороже пуда того и другого. Общей тенденцией служит подорожание природных ресурсов, придание им все более высокой О, э.-с.-э.

ОЧИСТКА: 1) устранение посторонних и нежелательных веществ с поверхности или из объема какого-то объекта (атмосферы, воды, сырья и т. п.); 2) освобождение твердых, жидких или газовых отходов от загрязняющих среду вредных примесей (т.е. очистка отходов от нежелательных компонентов).

ОЧИСТКА ВОДЫ – устранение посторонних примесей из вод (включая живые организмы) с помощью механических, физико-химических (хлорирование, озонирование и т. п.) и биологических методов.

ОЧИСТКА ВОЗДУХА – устранение из воздуха посторонних примесей и доведение его качества до природного с помощью физико-химических методов.

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД – одно из важных мероприятий охраны природы и окружающей среды от загрязнения. Производится разными способами: механическими (отстаиванием, фильтрацией, центрифугированием, гидроциклонированием); физико-химическими (коагуляцией, флотацией, нейтрализацией, обработкой хлором и т. д.) и биологическими (на полях орошения, в биологических бассейнах, биофильтрах, аэротенках, окситенках).

ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ – специальные инженерные конструкции, предназначенные для проведения последовательной очистки сточных вод, атмосферного воздуха или замасливаемых почв от загрязнителей.

П

ПАМЯТНИК ВСЕМИРНОГО НАСЛЕДИЯ – памятник культуры (иногда даже город, напр. Аркаим в Челябинской области, Аланское или Урамбаш в Оренбургской области, Котор в Югославии) или уникальная по свойствам природная территория (природный памятник, который следует отличать от памятника природы), включенные в международный Список (памятников) всемирного наследия (ЮНЕСКО). Как правило, является (особо) охраняемой

природной территорией национального значения. Хронологически первыми (в 1978 г.) в Список были включены: национальный заповедник Наханни (Канада), биосферный заповедник Галапагосские острова (Эквадор), Сыменский национальный парк (Эфиопия) и Йеллоустонский национальный парк (США). В 1987 г. Список включал 247 культурных и природных объектов.

ПАМЯТНИК КУЛЬТУРЫ – архитектурно-строительный, археологический, культовый и др. аналогичный объект, особое значение которого закреплено юридически или традиционно.

ПАМЯТНИК ПРИРОДНЫЙ – естественная или издревле измененная человеком природная территория, имеющая особый научный или культурный интерес, а также социальное (часто общемировое) значение, выделенная (или осознанная, традиционная) в качестве особо охраняемого участка. П. п. обычно имеет значительную площадь, им может быть национальный парк, заповедник и любая другая особо охраняемая природная территория.

ПАМЯТНИКИ ПРИРОДЫ – отдельные объекты, имеющие научное, историческое и эстетическое значение: биоценозы, старые или особенно мощные деревья, открытые местонахождения палеонтологических объектов, геологических обнажений и т. п. Организация их охраны находится в компетенции местных органов власти.

ПАРНИКОВЫЙ ЭФФЕКТ обусловлен нагреванием внутренних слоев атмосферы Земли вследствие прозрачности атмосферы для основной части излучения Солнца (в оптическом диапазоне) и поглощения ею основной части инфракрасного излучения Земли, нагретой Солнцем. В атмосфере Земли инфракрасное излучение поглощается молекулами CO_2 , H_2O , O_3 и др. Повышение среднегодовой температуры атмосферы Земли, как считают многие исследователи, может привести к таянию полярных льдов и резкому подъему уровня Мирового океана. Водой могут быть затоплены огромные пространства.

ПЕРВИЧНЫЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ – загрязнители, непосредственно поступающие или выбрасываемые в среду из источников загрязнения. Могут способствовать образованию, и накоплению в среде вторичных загрязнителей.

ПЕРЕНОС ЗАГРЯЗНЕНИЙ – их перемещение в результате диффузии или турбулентных потоков (воздуха, воды). В настоящее время имеет глобальный размах. Особое значение приобрело подкисление (ацидификация) осадков (см. *Дождь кислотный*).

ПЕРЕНОС ЗАГРЯЗНЕНИЙ ДАЛЬНИЙ – распространение загрязнений на значительные расстояния, напр., дымовой шлейф города, промышленного региона тянется на 200 км и более; наблюдается перенос загрязнений в Арктику и Антарктику, на акватории океанов и т. п.

ПЕРЕНОС ЗАГРЯЗНЕНИЙ ТРАНСГРАНИЧНЫЙ – распространение загрязнений с территорий одной страны на площадь др. государства. Напр., значительная часть загрязнений территории Канады происходит из США; Скандинавских стран – из ФРГ, Великобритании и др. государств Центральной Европы. Например, радиоактивное облако, образовавшееся после Чернобыльской катастрофы, обошло Землю более 12 раз. П. з. т. вызывает необходимость международных соглашений о предотвращении загрязнения среды.

ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ – механическое, физико-химическое, безреагентное физическое и биологическое преобразование промышленных и бытовых (коммунальных) отходов с целью нейтрализации вредных компонентов или извлечения из отходов полезных составляющих, пригодных для повторного использования.

ПЕССИМИЗМ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ – неправомерное приращение негативным экологическим воздействиям на хозяйство и здоровье людей фатального характера, утверждение о безвыходности экологического кризиса, неизбежности перерастания его в экологическую катастрофу. При прогнозировании последствий глобальной войны на среду жизни П. э. оправдан, но в области природопользования он лишает людей перспективы.

ПЕСТИЦИД – химическое соединение, используемое для защиты растений, с.-х. продуктов, древесины, изделий из шерсти, хлопка, кожи, для уничтожения эктопаразитов животных и борьбы с переносчиками опасных заболеваний. К П. относятся также вещества, используемые для регуляции роста и развития растений (ауксины, гиббериллины, ретарданты), удаления листьев (дефолианты), уничтожения растений на корню (десиканты), удаления цветов и завязей (дефлоранты), отпугивания животных (репелленты), их привлечения (аттрактанты) и стерилизации (хемостерилизаторы). Названия пестицидов, используемых для уничтожения отдельных систематических групп животных и растений, составлены из латинского названия этих групп с окончанием «цид» (аккарицид, альгицид, афицид, инсектицид, ихтиоцид и т.д.). Использование пестицидов неизбежно отрицательно влияет на экосистемы любого уровня и на здоровье человека. П. следует использовать строго по назначению, в минимально необходимом кол-ве и лишь там, где хим. ср-ва защиты нельзя пока заменить биол. Средняя норма использования П. на 1 га обработанной пашни в СССР составляла в 1986 г. 2 кг (1,4 кг на душу населения).

ПЛАНИРОВАНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ (ПЛАНИРОВАНИЕ В ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИИ) – расчет, разработка и установление форм, методов и ограничений использования природных ресурсов (в том числе среды жизни).

ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ – расчет потенциально возможного изъятия или иной эксплуатации природных ресурсов или территорий без заметного нарушения существующего или намечаемого хозяйственно целесообразного экологического равновесия и без нанесения существенного ущерба одной хозяйственной отрасли другим в случае совместного использования ими естественных благ.

ПЛАНИРОВКА ЗЕМЕЛЬ – выравнивание поверхности застраиваемых или нарушенных земель с целью создания рельефа, пригодного для застройки и дальнейшего хозяйственного освоения, достижения определенных природоохранных целей. Различается планировка насыпью и планировка срезкой

ПЛАТА ЗА ЗАГРЯЗНЕНИЕ СРЕДЫ – денежное возмещение предприятиями социально-экономического ущерба, наносимого природной среде, хозяйству, территории и здоровью людей от загрязнения среды. Зависит от состава и

интенсивности техногенных выбросов. Принцип «загрязняющий – платит» широко используется в мировой экономике.

ПЛАТА ЗА ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ – денежное возмещение природопользователем общественных затрат на изыскание, сохранение, восстановление, изъятие и транспортировку используемого природного ресурса, а также потенциальных усилий общества по натуральному возмещению или адекватной замене эксплуатируемого ресурса в будущем. П. за п. р. должна включать в себя издержки, связанные с междуресурсными связями. С эколого-экономической точки зрения, П. за п. р. следует исчислять и с учетом глобально-регионального воздействия природопользователей на природные системы (напр., крупное изъятие леса ведет не только к нарушению местного водного баланса, но и всего газового состава атмосферы планеты, а использование вод рек Сырдарьи и Амударьи для полива воздействует на общий водный баланс территории), что ведёт к нарушению водообмена и саморазвивающемуся процессу аридизации Средней Азии, включая усыхание Аральского моря-озера. В свою очередь, усыхание этого водоема приведет к снижению водности упомянутых рек, так как местный перенос влаги идет от водного зеркала Арала на юго-восток, к их истокам). Отсюда необходимость «экономической возместимости» за пользование природными ресурсами. Лучшие существующие методики определения размеров П. за п. р. пока не учитывают всех факторов, воздействующих на эколого-экономический механизм формирования такой платы, и базируются на исчислении дифференциальной ренты при использовании ресурсов (и приложимы только к уже эксплуатируемым природным благам), что ведет к теоретически неоправданной нулевой оценке экономически (но не экологически!) избыточных ресурсов, напр., воды в Якутии (эколого-экономической избыточности не может быть в силу того, что ничего «лишнего» на Земле нет).

ПЛОЩАДЬ ВОДОСБОРНАЯ – территория, с которой стекают в реки, озера, дренажные сооружения и бессточные впадины поверхностные, а также грунтовые воды.

ПНЕВМОКОНИОЗ – гл. обр. профессиональное заболевание, обусловленное вдыханием запыленного воздуха (в легких возникают склеротические изменения): силикоз – при вдыхании кварца, песчаника, частичек гравия, слюдянистого сланца и т. п., силикатоз – при вдыхании силикатной пыли (талька, каолина, нефелина и т. п., для асбеста иногда употребляется термин асбестоз), угольной пыли – антракоз, алюминиевой пыли – алюминоз, апатитовой пыли – апатитоз, смеси угольной и кварцевой пыли – антрасиликоз, железной и кварцевой пыли – сидеросиликоз и т. п.

ПОВЕРХНОСТНАЯ ЭРОЗИЯ ПОЧВЫ, грунтов; плоскостной смыв почвы, денудация (геол.) – сравнительно равномерный смыв верхних, наиболее плодородных горизонтов почвы или грунтов водными потоками. (См. *Эрозия почв*).

ПОВТОРНОЕ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЕ – использование сточных вод, отводимых объектами, для водоснабжения этих же или других объектов (См. *Оборотное водоснабжение*).

ПОГЛОТИТЕЛЬНАЯ СПОСОБНОСТЬ ПОЧВ (почвенный поглотительный комплекс) – свойство почвенных агрегатов поглощать различные минеральные вещества из почвенных растворов. Более высока у почв, богатых высокодисперсными частицами (коллоидными и микроагрегатными), т. е. имеющими большую емкость поглощения. Высокая поглотительная способность означает большие возможности для обменных реакций между твердой и жидкой фазами почвы.

ПОДТОПЛЕНИЕ – подъем уровня грунтовых вод, вызванный естественными (гидродинамическими максимумами) и техногенными причинами: подпором воды при сооружении водохранилищ и плотин на реках, затоплением русел рек, потерями воды из водонапорной и канализационной сетей и др.

ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА ВОДЫ – совокупность биологических и физико-химических характеристик воды: трофосапробности, солености и жесткости, водородного показателя рН, концентрации вредных веществ.

ПОКАЗАТЕЛЬ ЛИМИТИРУЮЩИЙ – предельная норма неблагоприятных свойств или вредного воздействия.

ПОКАЗАТЕЛЬ ПОГЛОЩЕНИЯ: 1) величина степени преобразования или уменьшения энергии электромагнитных или звуковых волн при распространении их в какой-то среде; 2) степень абсорбции или адсорбции вещества.

ПОЛИСАПРОБНЫЕ ОРГАНИЗМЫ, ПОЛИСАПРОБЫ – живые организмы, обитающие в сильно загрязненных органическими веществами водах. Служат биологическими индикаторами высокой степени загрязненности водных объектов сточными водами. Образуют слизистые или хлопьевидные обрастания, участвуют в биологической очистке вод. Напр., зеленая водоросль *Polytoma uvella*, малощетинковый червь, трубочник обыкновенный и др.

ПОЛОСА ЗЕЛЕНАЯ ШУМОЗАЩИТНАЯ – полоса древесной и кустарниковой растительности, отделяющая источник шума (шоссейную, железную дороги, проезжую часть улицы и т. п.) от жилых, административных или промышленных зданий. Живая изгородь шириной 15–20 м летом снижает шум на 10 – 20 дБ.

ПОЛОСА ЛЕСНАЯ ЗАЩИТНАЯ – лесные и нелесные площади, выделяемые на землях государственного лесного фонда, прилегающие к дорогам; предназначены для защиты дорог от снежных и песчаных заносов, селей, лавин, оползней, обвалов, ветровой и водной эрозии, для снижения уровня шума, выполнения санитарно-гигиенических и эстетических функций, для ограждения движущегося транспорта от неблагоприятных аэродинамических воздействий. Ширина П. л. з. вдоль железных дорог не менее 50 м с каждой стороны дороги, вдоль автомобильных дорог – 25 м.

ПОЛОСА ОГРАНИЧЕНИЙ – второй пояс зоны санитарной охраны водных источников, в пределах которого поверхностный и подземный сток могут оказывать влияние на состав и свойства воды, используемой для водоснабжения. Ширина П. о. устанавливается из расчета, что загрязнитель проходит путь от границы до водозабора не менее чем за сутки.

ПОЛОСА ОТЧУЖДЕНИЯ – территория по обеим сторонам железной и шоссе-вой дорог (в России до 50 м. у железных дорог и 25 м. у шоссе-вых дорог

в каждую сторону), переданная для эксплуатации транспортным организациям. П. о. предохраняют дороги от неблагоприятных метеорологических факторов.

ПОЛОСА СТРОГОГО РЕЖИМА – первый пояс зоны санитарной охраны водных источников, в котором запрещается проживание населения и любое строительство, не связанное с нуждами водозабора.

ПОЛЯ АССЕНИЗАЦИИ – земельные участки, предназначенные для обезвреживания жидких нечистот и использующие способность почвы к самоочищению.

ПОЛЯ ОРОШЕНИЯ – земельные участки, специально подготовленные в комплексе очистных сооружений для проведения дополнительной очистки сточных вод путем фильтрации их через почвенные горизонты при одновременном орошении культивируемых на П. о. сельскохозяйственных растений.

ПОЛЯ ФИЛЬТРАЦИИ – земельные участки с легкими грунтами (пески, супеси, суглинки; их насыпной слой может создаваться специально), подготовленные в составе очистных сооружений для естественной биологической очистки сточных вод инфильтрацией через почвенные горизонты.

ПОПУСК (воды) – искусственный эпизодический или периодический сброс воды из водохранилища, кратковременно увеличивающий расход, уровни и глубины воды на нижележащих участках реки (в нижнем бьефе) по запросам судоходства, орошения, рыбоводства и др. водопользователей. Отличают санитарные П. для очищения русла рек и улучшения качества воды в ней (напр., весенний П. в Москве-реке). Неожиданный и несвоевременный для отдельных отраслей хозяйства П. может нанести серьезный экономический ущерб, напр. спровоцировать икрометание у рыбы (с последующим иссушением икры после перекрытия створов плотины).

ПОСТУПЛЕНИЕ ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМОЕ (ПДП) – количество вещества (загрязнителя), поступающего на определенную площадь в единицу времени в количествах, образующих концентрации, не превышающие установленные ПДК.

ПОТЕНЦИАЛ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ – сочетание метеорологических факторов, обуславливающих уровень возможного загрязнения атмосферы от источников в данном географическом районе. Чем благоприятнее метеорологические условия (лучше проветривание и т. п.), тем ниже П. з, а.

ПОТРЕБЛЕНИЕ КИСЛОРОДА БИОЛОГИЧЕСКОЕ (БПК) – показатель загрязнения воды, характеризуемый количеством кислорода, которое за установленное время (обычно за 5 суток, БПК₅) пошло на окисление химических загрязнителей, содержащихся в единице объема воды. Кроме БПК₅ различают БПК_{полн.} за 20 суток.

ПОЧВА – особое органоминеральное естественноисторическое природное образование, возникшее в результате воздействия живых организмов на минеральный субстрат и разложения мертвых организмов, влияния природных вод и атмосферного воздуха на поверхностные горизонты горных пород в различных условиях климата и рельефа в гравитационном поле Земли. П. характеризуется плодородием. Мощность П. – до 2–3 м. П. – один из главных

природных ресурсов, важнейший геохимический барьер для загрязнителей при различном типе фильтрации.

ПОЧВЕННЫЕ ГОРИЗОНТЫ – структурные подразделения почвы по ее вертикальному профилю. Различают (кроме горизонта подстилки – A_0) гумусовый горизонт, более или менее окрашенный гумусом – A_1); элювиальный горизонт, или горизонт вымывания, часто имеющий пепельный, белесоватый или желто-серый цвет, – Е или A_2 в почвах подзолистого типа; иллювиальный горизонт, или вымывания, обычно бурого или коричневатого цвета, обогащен коллоидно-дисперсными соединениями глинных минералов и полуторными оксидами – I или В в степных типах почв. Иногда имеется горизонт гидрогенной аккумуляции с отложениями минеральных или органических осадков (солей, окислов, перегноя) – Н, а у переувлажненных почв может находиться глеевый горизонт сизой, голубоватой или зеленоватой окраски – G. У солончаковых почв различается самый верхний эвапоритовый горизонт — EP, играющий большую роль в процессе отдачи солей в атмосферу. Ниже основных горизонтов располагается почвообразующая порода, измененная продуктами почвообразования – С, и не измененная ими – D.

ПОЧВЕННЫЙ КАДАСТР – свод сведений о почвенных ресурсах той или иной территории, включающий их количественную, качественную и экономическую оценку, данные об использовании в народном хозяйстве и рекомендации о необходимых мерах охраны.

ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ВЫБРОСЫ (ПДВ) вредных веществ – максимальное количество вредных веществ, которое можно выбрасывать в атмосферу (водоем, почву) в единицу времени, чтобы концентрации загрязняющих компонентов на границе санитарной зоны не превышали ПДК.

ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ (ПДК) – максимальная концентрация данного токсического вещества, при которой не ухудшается здоровье, работоспособность, самочувствие и настроение человека и не наблюдается неблагоприятных наследственных изменений у потомства. В основу выделения ПДК положены исследования влияния токсичных веществ на животных, людей и растительность, а также на почву и др. компоненты окружающей среды. Для атмосферного воздуха населенных мест установлены максимальная разовая ПДК, при которой обнаруживаются рефлекторные реакции у человека, животных, растений (запах, цветовое ощущение и пр.) при 20-минутном воздействии вещества, и среднесуточная, которая не оказывает вредного влияния на человека (животных, растения) при неограниченно длительном контакте. Санитарные нормы качества воздуха (СН 245-71) устанавливают ПДК вредных веществ для рабочей зоны и для населенных пунктов. На территориях санаториев, домов отдыха и городов с населением более 200000 человек загрязнения не должны превышать 0,8 ПДК.

ПРЕСТУПЛЕНИЕ (ПРЕСТУПНОСТЬ) ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ (АЭ) – преднамеренное злостное нарушение окружающей человека природной среды, противоречащее национальным (государственным) законам или международным соглашениям. Во многих странах нарушение природной среды, приведшее к тяжелым последствиям, относится к уголовным преступлениям. Термин П (п.) э.

широко применяется за рубежом. Число преступных нарушений природной среды растет. Напр., в 1973 г. в ФРГ был зарегистрирован 2321 случай, а в 1988 г. – 17930 фактов П. (п.) э., гл. обр. загрязнения вод.

ПРИРОДНАЯ СИСТЕМА – совокупность элементов живой и (или) неживой природы, находящихся в определенной связи и отношениях между собой и образующих относительно устойчивое единство и целостность. Различают П. с. живые и неживые, простые и сложные.

ПРИРОДНАЯ СРЕДА – совокупность объектов и условий природы, в окружении которых протекает деятельность какого-либо субъекта, синоним биотопа и экотопа.

ПРИРОДНО-ХОЗЯЙСТВЕННЫЕ ОБЪЕКТЫ – объекты природы, находящиеся в сфере прямого экономического, культурного, рекреационного или другого использования.

ПРИРОДНЫЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ – на наш взгляд это понятие, широко используемое некоторыми авторами, некорректно. Они понимают под П. з. загрязнение окружающей среды, возникающее без участия человека или как результат его отдаленного косвенного влияния на природу. Основными источниками П. з. называют стихийные, часто катастрофические природные процессы: извержения вулканов, наводнения, пожары и т. д. Все это протекает в природе сотни миллионов лет и является неотъемлемой частью ее эволюционного развития; природа не может себя загрязнять; она может лишь создавать для существования человека кондиционные или некондиционные условия.

ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ (естественные ресурсы) – это конкретные виды материи и энергии, которые потребляет человек в процессе своего труда и жизнедеятельности: разнообразные полезные ископаемые, воздух, вода, почва, растения, животные, микроорганизмы, солнечная, ветровая, тепловая, гидродинамическая, атомная, термоядерная и другие виды энергии. П. р. делятся на исчерпаемые и неисчерпаемые, возобновимые и невозобновимые. В природной среде выделяются ресурсы недр, земельные, водные, климатические и др., а по характеру применения – производственные, сельскохозяйственные, бальнеологические, энергетические, рекреационные и др.

ПРИРОДНЫЕ УСЛОВИЯ – совокупность объектов, явлений и факторов природной среды, имеющих существенное значение для материально-производственной и непродуцированной деятельности человека (как в целом, так и для конкретных ее видов), но непосредственно в нее не вовлекаемых (напр., климат).

ПРИРОДНЫЙ ФОН (естественный фон) – отдельные физические, химические и другие показатели или их совокупности, характеризующие неизменную природную среду и природные условия данной местности, отражающие уровень относительно постоянного (в пределах естественных многолетних отклонений) влияния того или иного природного фактора и позволяющие давать количественную и качественную оценку эффектам взаимодействия человека и окружающей среды (или отдельных ее элементов).

ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ – теория и практика воздействия человечества на природную среду в процессе ее хозяйственного использования.

ПРОВАЛ ПОВЕРХНОСТИ – впадина, образованная карстово-суффозионными процессами или при разработке полезных ископаемых в результате опускания земной поверхности с разрывом сплошности покровных пород.

ПРОГНОЗ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА СРЕДУ – предсказание изменений в природной среде в результате воздействий на нее проектируемого, строящегося или недавно введенного в эксплуатацию производственного предприятия, сооружения или их совокупности. Реже – предварительное определение изменений в природной среде или отдельных ее составляющих в результате воздействий агентов, ранее не попадавших в природную среду или действие которых было неизвестно (напр., П. в. на с. фреонов через нарушение ими озоносферы).

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ – предсказание возможного поведения природных систем, определяемого естественными процессами и воздействием на них человечества. По масштабам прогнозируемых явлений П. э. делят на глобальное, региональное (в пределах нескольких стран, одного материка, океана и т. п.), национальное (в пределах государства) и локальное (для небольших территорий). П. э. не имеет ограничений по временной шкале.

ПРОГРАММА ООН ПО ОКРУЖАЮЩЕЙ (человека) СРЕДЕ (ЮНЕП – UNEP – United Nation Environment Program) – межправительственная Программа, начатая по инициативе Стокгольмской конференции ООН по окружающей среде (1972 г.) и решению Генеральной Ассамблеи ООН (1973 г.) и посвященная наиболее острым проблемам современного экологического кризиса (опустыниванию планеты, деградации почв, обезлесиванию (обезлесению) Земли, резкому ухудшению качества и уменьшению количества пресных вод, загрязнению Мирового океана и т. д.). В Программе участвуют представители 58 государств мира, избираемые Генеральной Ассамблеей ООН раз в 3 года. Штаб-квартира ЮНЕП находится в Найроби (Кения).

ПРОГРАММА «ЧЕЛОВЕК И БИОСФЕРА» (ЧИБ – МАБ – MAB – Man and Biosphere) – международная научно-исследовательская программа-2 ЮНЕСКО (продолжение Международной биологической программы), направленная на решение ряда экологических вопросов, сформулированных в виде отдельных (14) подпрограмм-проектов (в основном о влиянии человека на экосистемы и обратном: влиянии экосистем на человека). Принята в 1970 г., работы начаты в 1971 г. В работе участвуют около 90 стран.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ: 1) натурное определение наиболее рациональных размеров, функционального состояния, темпов и направления развития крупных экологических систем, а также соотношения природных, природно-техногенных, техногенных и чисто искусственных территориальных образований (естественных участков «дикой» природы, таких же участков, видоизмененных человеком, преобразованных им в агросистемы и нацело измененных, напр., в урбакомплексы) для поддержания этих экологических систем в желательном состоянии. П. э. базируется на знании и учете законов, правил и принципов экологии и природопользования; 2) проектно-экологическое решение какой-то проблемы, связанной со строительством или любым другим значительным вмешательством в среду жизни и в среду функционирования хозяйства, напр. П. э. зоны строительства БАМа. Включает группу

рекомендуемых мероприятий, которые, по мнению проектировщиков, приведут к созданию наиболее благоприятной экологической обстановки как в зоне строительства, так и в смежных регионах (иногда до глобального уровня включительно).

ПРОМЫВКА ВОЗДУХА – извлечение из воздуха загрязняющих веществ путем их абсорбции на тонких слоях или каплях жидкости (обычно воды). Применяется для очистки газопылевых выбросов предприятий в абсорберах.

ПРОМЫВКА ПОЧВЫ – фильтрование пресной воды через поверхностный слой почвы для удаления из него избыточных водорастворимых солей и тем самым создания благоприятных условий для роста культурных растений. Чрезвычайно водоемкий процесс, требующий не менее чем трехкратного расхода воды по сравнению с обычным поливом. Применяется в районах развития процессов вторичного засоления почв и грунтов.

ПРОСАДОЧНОСТЬ ПОРОД И ПРОСАДКА ПОВЕРХНОСТИ – свойство лёссовых пород резко уменьшаться в объеме, обуславливая значительное вертикальное понижение поверхности земли под сооружением при замачивании грунтов водой без увеличения нагрузки на них. Лёссовые грунты характеризуются коэффициентом пористости больше 1, т. е. объем пористого пространства в них превышает объем скелета твердой части породы. При замачивании сцепление между частицами скелета нарушается и частицы грунта проваливаются в пористое пространство грунта. Просадочными свойствами обладают также породы засоленные и подвергающиеся выщелачиванию солей, оттаивающие мерзлые породы, а также песчаные рыхлого сложения породы при уплотнении их вибрацией. Исследования просадочности грунтов ведутся в лаборатории на компрессионных установках, а в полевых условиях – методом пробных статических нагрузок с применением штампов. Грунты подразделяются на сильнопросадочные, просадочные, слабопросадочные и непросадочные.

ПУСТЫНЯ ТЕХНОГЕННАЯ – пустыня, возникшая в результате прямого или косвенного воздействия человечества на природу. Площадь П. т. постоянно растет и достигает 10 млн. км², или 6,7 % поверхности суши. Существует мнение, что все пустыни мира имеют техногенное происхождение.

ПЯТНО (РАЗЛИВ) НЕФТЯНОЕ(Й) – участок на поверхности воды, покрытый пленкой нефти, препятствующей нормальной аэрации водоемов и обычному испарению с них воды. Загрязнение морей и океанов нефтью приводит к гибели организмов, к созданию новых условий их обитания (ценозов нефтяных комков) и в перспективе к регионально-глобальному изменению интенсивности переноса влаги на Земле. Пятна нефтяные являются причиной массовой гибели некоторых видов животных. Считается, что в 70-х – начале 80-х гг. до одной четверти Мирового океана было покрыто тонкой нефтяной пленкой.

Р

РАДИАЦИОННАЯ ЭКОЛОГИЯ – раздел экологии и геоэкологии, изучающий влияние радиоактивных веществ (нуклидов) на организмы, распределение и миграцию нуклидов в ценоэкосистемах (популяциях, биоценотической среде, особенно в биоценозах, почве и биотопах). Разделяется на радиоэкологию наземных, пресноводных и морских экосистем и радиационную геоэкологию.

РАДИАЦИЯ – поток корпускулярной (альфа-, бета-, гамма-лучи, поток нейтронов) и/или электромагнитной энергии.

РАДИАЦИЯ ДЛИННОВОЛНОВАЯ (в атмосфере) – инфракрасное излучение земной поверхности, атмосферы и облаков в диапазоне длин волн от 4 до 120 мкм. Р. д. в мировое пространство приводит к потере тепла планетой.

РАДИАЦИЯ ИОНИЗИРУЮЩАЯ (РАДИАЦИОННЫЙ ФОН) – естественные излучения (напр., космические лучи), которые приводят к ионизации (образованию молекул и свободных электронов) электрически нейтральных атомов и молекул, Р. и. действует разрушительным образом на живое вещество и является источником широкого спектра изменений живых организмов (вызывает новые мутации, лучевую болезнь и т.д.). См. *Безопасность радиационная*.

РАДИАЦИЯ КОРОТКОВОЛНОВАЯ (в атмосфере) – условное название прямой и рассеянной солнечной радиации, заключающейся в интервале длин волн от 400–200 нм до 4 нм (включает ультрафиолетовое, видимое и ближнее инфракрасное излучение). Благодаря Р. к. наблюдается приход тепла к Земле.

РАДИАЦИЯ ОТРАЖЕННАЯ – часть суммарной солнечной радиации, теряемой земной поверхностью в результате отражения. См. *Альбедо*.

РАДИАЦИЯ ПРОНИКАЮЩАЯ – поток гамма-лучей и нейтронов, обладающих большой проникающей и поражающей организмы способностью.

РАДИАЦИЯ ПРЯМАЯ – радиация, доходящая до места наблюдения в виде пучка параллельных лучей, исходящих от Солнца. Интенсивность Р. п. изменяется в зависимости от высоты Солнца над горизонтом и прозрачности атмосферы от 0 до значений, на уровне моря близких к $1,10 \text{ кВт/м}^2$.

РАДИАЦИЯ РАССЕЯННАЯ – солнечная радиация, многократно отраженная в атмосфере и идущая от небесного свода. При сплошной облачности – единственный источник энергии в приземных слоях атмосферы.

РАДИАЦИЯ СОЛНЕЧНАЯ (СОЛНЕЧНОЕ ИЗЛУЧЕНИЕ) – электромагнитное и корпускулярное излучение Солнца. Электромагнитная радиация (лучистая энергия Солнца) – электромагнитные волны, распространяющиеся со скоростью 300 тыс. км/с. Р. с. доходит до земной поверхности в виде прямой и рассеянной радиации. Около 48 % Р. с. приходится на видимую часть спектра (0,38–0,76 мкм), 45 % – на инфракрасные лучи (более 0,76 мкм) и 7 % – на ультрафиолетовое излучение (менее 0,33 мкм). Корпускулярная радиация состоит в основном из протонов, движущихся со скоростью 300–1500 км/с и практически нацело улавливаемых магнитосферой Земли. Р. с. обычно измеряют в тепловых единицах – калориях за единицу времени на единицу площади. Всего Земля получает от Солнца $2,4 \times 10^{18}$ калорий лучистой энергии в 1 мин.

РАДИАЦИЯ СУММАРНАЯ (ОБЩАЯ) – совокупность прямой и рассеянной солнечной радиации, поступающей на земную поверхность.

РАДИАЦИЯ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИ АКТИВНАЯ (ФАР) – область спектра солнечных лучей (длина волны 380–710 нм; иногда принимают более ограниченный диапазон – 400–700 нм), оказывающих наибольшее физиологическое воздействие на растения (используемая растениями в процессе фотосинтеза). ФАР выражается в энергетических единицах (напр., в Дж/см² х

мин.) или в % к общему потоку солнечной радиации. Прямая радиация Солнца в зависимости от высоты светила над горизонтом содержит 28—43 % ФАР; рассеянная радиация при облачном небе – 50–60, рассеянная радиация безоблачного неба – до 90 % ФАР (гл. обр. за счет синей компоненты ФАР).

РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ – форма физического загрязнения, связанного с превышением естественного радиационного фона и уровня содержания в среде радиоактивных элементов и веществ (в этом случае одновременно может рассматриваться и как химическое загрязнение).

РАЙОНИРОВАНИЕ – территориальное обобщение каких-то групп сходных явлений или объектов и пространственное отчленение их от др. подобных групп. Отличают: а) Р. как процесс выявления, дифференциации и интеграции комплекса территориальных признаков и явлений; б) Р. как результат Р.: карта, схема и т. п. и в) Р. как сфера практического приложения хозяйственных приемов (Р. мероприятий, сортов культурных растений, архитектурных норм и т. п.). Формы Р.: интегральное (систем взаимосвязей общества и природы); комплексное (физико-географическое, экономико-географическое, социально-географическое и т. д.); отраслевое (климатическое, геоморфологическое, почвенное, геоботаническое, зоогеографическое и др.); общенаучное и прикладное (для изучения природных процессов и хозяйственных рекомендаций); дедуктивное («сверху») и индуктивное («снизу»); индивидуальное (выделение неповторимых контуров) и типологическое (объединение элементов по определенным общим свойствам); неформализованное и на основе математических методов (компьютерное, машинное).

РАСТЕНИЯ-ОЧИСТИТЕЛИ – растения поглощающие, аккумулирующие или перерабатывающие вещества, загрязняющие водную, воздушную или почвенную среду.

РАСХОДЫ НА ОХРАНУ ПРИРОДЫ (ОХРАНУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ) – часть государственного бюджета или общие капиталовложения государственного и частного секторов, направляемые на охрану и воспроизводство природных ресурсов, сохранение природных условий жизни общества. По существующим оценкам, в развитых капиталистических странах они составляют от 0,5 до 5 %, иногда до 12 % валового национального продукта (ВНП), в СССР в 1986 г. – ок. 1 % от валового общественного продукта. К концу ХХI века эти расходы почти повсеместно достигли среднего уровня 5 % от ВНП.

РЕГИОНАЛЬНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ – загрязнение окружающей среды, обнаруживаемое в пределах значительной территории, но не охватывающее всю планету. Напр., загрязнение Мирового океана нефтепродуктами вод регионов интенсивного земледелия – соединениями фосфора и азота, атмосферы промышленно развитых территорий – окислами серы и азота, пылью.

РЕЗЕРВАТЫ – общее название охраняемых территорий – памятников природы, заказников и заповедников.

РЕКРЕАЦИЯ – восстановление здоровья и трудоспособности путем отдыха вне жилища – на лоне природы или во время туристической поездки, связанной с посещением интересных для обозрения мест, в том числе национальных парков, архитектурных и исторических памятников, музеев и т.п.

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЛАНДШАФТОВ: 1) рекультивация земель, предусматривающая преобразование земель в общей системе мер по оптимизации техногенных ландшафтов; 2) комплекс работ, направленных на восстановление хозяйственной, медико-биологической и эстетической ценности нарушенных ландшафтов. Различают горно-технический и биологический этапы Р. л.

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ (от лат. re... и позднелат. cultivo – обрабатываю, возделываю) – это процесс восстановления нарушенных деятельностью человека земель. На первом, техническом, этапе снимается и складывается в бурты плодородный слой, бурты засеваются клевером и люцерной, производится планировка территории с выравниванием поверхности и нанесением на нее почвенного покрова. На втором, биологическом, этапе рекультивации наносятся удобрения, орошается почва, высеваются многолетние травы, сельскохозяйственные культуры, осуществляется посадка деревьев и кустарников. Рекультивация подразделяется на лесную, когда почвы восстанавливаются до малоплодородных и сельскохозяйственная, когда достигается высокое плодородие почв.

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ РЕКРЕАЦИОННАЯ – создание на нарушенных землях условий, благоприятных для организации массового отдыха: горно-техническая рекультивация, планировка, озеленение, водное, санитарное и ландшафтное благоустройство и т. п.

РЕКУПЕРАЦИЯ (отходов) – процесс извлечения ценных веществ, участвующих в технологическом процессе и обычно попадающих в отходы, и возвращения их в исходном виде для повторного использования. В широком смысле – улавливание и использование отходов производства в цикле реутилизации.

РЕЛЬЕФ ТЕХНОГЕННЫЙ – рельеф, созданный в результате производственной деятельности человека. Имеется в виду преобразование рельефа в результате воздействия современных технических средств, применяемых при сооружении дорог, каналов, трубопроводов, добыче полезных ископаемых, гражданском и промышленном строительстве, создании водоемов различного назначения и т. п.

РЕСУРСЫ – любые используемые и потенциальные источники удовлетворения тех или иных потребностей общества. Важнейшая для человека группа Р. – природные ресурсы (водные, почвенно-земельные, климатические, растительные, животные, рекреационные и т. д.). Подразделяются также на возобновимые и невозобновимые, исчерпаемые и неисчерпаемые.

РЕУТИЛИЗАЦИЯ: 1) получение из использованной готовой продукции путем ее переработки новой продукции того же или близкого типа (напр., получение бумаги из макулатуры, металла из металлолома и т.д.); 2) использование производственно-бытовых отходов в качестве исходного продукта для другого производства (напр., веществ, содержащихся в сточных водах, для производства химических продуктов или битого стекла для изготовления строительных материалов, специальных видов асфальта и т. п.).

РУДЕРАЛЬНЫЕ ОРГАНИЗМЫ (растения) (от лат. rudus – щебень, строительный мусор) – это организмы или растения, заселяющие пустыри, свалки и т. п. вторичные места обитания недалеко от человеческого жилья. Напр., дурман, дурнишник из растений; клоп-наземник тощий из насекомых и т. д. Р.

растения, как правило, имеют защитные приспособления – шипы, жгучие волоски, ядовитые вещества.

С

САЖА (технический углерод) – дисперсный продукт черного цвета, образующийся в результате неполного сгорания или термического разложения углеводов. Состоит из сферических частиц (размер 10 – 350 нм), образованных слоями углеродных атомов, подобных слоям в графите, но не плоских, а изогнутых. Используется в качестве наполнителя в производстве резины, пластмасс; пигмент для лакокрасочных материалов и др.

САМОВОССТАНОВЛЕНИЕ ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ: 1) процесс непрерывного воспроизводства или возобновления структуры, свойств, количественного и качественного состава природных систем, осуществляющийся без участия человека; 2) самостоятельный возврат природных систем к состоянию динамического равновесия, из которого они были выведены действием природных или техногенных факторов.

САМООЧИЩЕНИЕ – естественное разрушение загрязнителя в среде (воде, почве и др.) в результате природных физических, химических и биологических процессов. Наиболее интенсивно протекает на геохимических барьерах. Длительность С. резко меняется в зависимости от положения в экотопе: в маргинальных зонах и на севере оно идет медленно. Для многих стойких загрязнителей самоочистительная способность природы равна нулю.

САМООЧИЩЕНИЕ ПРИРОДНЫХ ВОД – это очистка их от загрязняющих веществ в процессе функционирующего в водоеме круговорота веществ благодаря жизнедеятельности планктона и донных организмов, водорослей, инфузорий, аэробных микроорганизмов, рачков, насекомых, птиц, водоплавающих животных и рыб. Органические вещества при этом минерализуются, окисляясь аэробными микроорганизмами.

САНИТАРНАЯ ЗАЩИТА – совокупность мероприятий по сохранению санитарно-гигиенического и санитарно-эпидемиологического благополучия на данной территории. Включает мероприятия по санитарной охране территории, организации зон санитарной охраны водных источников, контролю за соблюдением санитарно-гигиенических норм, санитарной охране почв, воздуха и т. д.

САНИТАРНО-ГИГИЕНИЧЕСКИЕ НОРМЫ – показатели санитарно-гигиенических условий и качества окружающей человека среды, соблюдение которых обеспечивает для него условия существования, благоприятные для жизни и безопасные для здоровья. В России С-Г. Н. заложены в санитарных нормах и правилах Минздрава и ГОСТах.

САНИТАРНО-ЗАЩИТНАЯ ЗОНА (санитарный, акустический разрыв) – зона между промышленным предприятием (автомобильной, железной дорогой и пр.) и жилыми и общественными зданиями для защиты населения от влияния вредных факторов производства (запыленность, загазованность, шум, выбросы). Жилые массивы размещаются с подветренной стороны от промышленных объектов. Размеры С.З.З. устанавливаются в зависимости от класса вредности предприятия: для I класса – 1000 м, II – 500 м, III – 300 м, IV – 100 м, V – 50 м. В С.З.З.

высаживаются деревья и кустарники, создаются лесопарки, размещаются административно-служебные здания, склады, гаражи, пожарные депо, бани, прачечные и различные службы.

САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКАЯ СЛУЖБА – система государственных учреждений, осуществляющих государственный санитарно-эпидем. надзор, разрабатывающих и выполняющих санитарно-профилактические и противоэпидемиологические мероприятия. Находится в системе Минздрава РФ.

СБРОС ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМЫЙ (ВЕЩЕСТВ В ВОДНЫЙ ОБЪЕКТ) (ПДС) – масса вещества в сточных водах, максимально допустимая к отведению в установленном режиме в данном пункте в единицу времени с целью обеспечения норм качества воды в контрольном пункте. ПДС устанавливается с учетом ПДК веществ в местах водопользования, ассимилирующей способности водного объекта и оптимального распределения массы сбрасываемых веществ между водопользователями, сбрасывающими сточные воды. Сброс сточных вод в водоемы является наглядным доказательством отсталости существующих технологий водопотребления. Необходим повсеместный переход на оборотные системы водоснабжения.

СВАЛКА (полигон) – территория для складирования и (или) захоронения твердых бытовых и пром. отходов. Площадь учтенных свалок составляла в СССР более 14 тыс. га (1987). На них ежегодно вывозилось более 80 млн. т твердых бытовых и пром. отходов.

СВЕТОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ – форма физического загрязнения окружающей среды, связанная с периодическим или продолжительным превышением уровня естественной освещенности местности за счет использования источников искусственного освещения.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ – загрязнение среды, возникающее в результате неправильного сельскохозяйственного использования пестицидов и ядохимикатов, внесения сверхнормативных доз удобрений, поступления в среду отходов и стоков животноводческих ферм, комплексов, свинокомплексов и птицефабрик.

СЕПТИК (от греч. septikos – гнилостный), сооружение для очистки небольших (до 25 м³/сут) количеств бытовых сточных вод. Представляет собой подземный отстойник горизонтального типа, состоящий из 1 или нескольких камер, через которые протекает сточная жидкость.

СИЛИКАГЕЛЬ – микропористое тело, получаемое прокаливанием геля поликремневой кислоты, состоит из SiO₂. Применяют для осушки, очистки и разделения хладонов, спиртов, аминокислот, витаминов, антибиотиков и др., как адсорбент в хроматографии, носитель катализаторов.

СИНДРОМ ЗАКРЫТЫХ ПОМЕЩЕНИЙ – раздражение слизистых оболочек, повышенная утомляемость, раздражительность, нарушение сна, менструальных циклов, пищеварения (запоры), связанные с загрязнением воздуха внутри жилых, общественных и производственных (для последних – неспецифические загрязнители) помещений. Источниками загрязнения являются процессы горения (газовые плиты, жаровни, примусы и т. п.), курение табака, газообразные выделения из строительных и отделочных материалов, мебели (асбест,

формальдегид, летучие органические соединения и т. п.), а также биологические и биогенные агенты (бактерии, микроскопические грибы, споры растений, газообразные выделения человека, домашних животных и др.). Часть внутриквартирных загрязнений – результат загрязнения воздуха населенных мест. С. з. п. приобретает большое значение, так как люди проводят внутри закрытых помещений до 90% длительности суток. Особенно заметен С. з. п. (приступы головной боли и головокружения, покраснение кожи лица, ларингит, дисфония, тошнота, слабость, артралгия, мышечные спазмы, ухудшение мыслительных способностей, нарушение менструальных циклов, бессонница и т. п.) в домах с теплоизоляцией или с отделкой, содержащей мочевино-формальдегидные смолы.

СИНЭКОЛОГИЯ – раздел экологии, изучающий сообщества организмов (биоценозы, экосистемы).

СИСТЕМА СТАНДАРТОВ (в природопользовании) – совокупность взаимосвязанных стандартов, направленных на сохранение, восстановление природных богатств и рациональное использование природных ресурсов.

СКОРОСТЬ ЭРОЗИИ ПОЧВ – интенсивность процесса уменьшения толщины слоя почвы под воздействием эрозии. При рациональных севооборотах обычно не превышает 0,2–0,3 мм/год, при ежегодной монокультуре достигает 1,3 см/год, т.е. превышает допустимый уровень в 4–6 раз. Ускоренная эрозия почв считается причиной резкого сокращения урожайности во многих странах мира.

СКРИНИНГ: 1) биологическая или химическая оценка и контроль потенциально вредных эффектов, которые могут быть вызваны промышленными (особенно энергетическими) отходами; 2) отбор и анализ для целей мониторинга комплексных проб отходов и выбросов промышленных предприятий,

СЛИТЕРИЗАЦИЯ – «окаменение» почв, потеря ими рыхлой структуры. Обычный результат орошения черноземов и др. почв, сформировавшихся в условиях сухого климата. С. усиливается под воздействием тяжелых с.-х. машин.

СМОГ: 1) сочетание пылевых частиц и капель тумана; 2) термин, широко используемый для обозначения видимого загрязнения воздуха любого характера. Интенсивный С. вызывает удушье, приступы бронхиальной астмы, аллергические реакции, раздражение глаз, повреждение растительности, зданий и сооружений (особенно сильно страдают покрытия кровель и скульптурные элементы). Печально знаменит С. 1952 г. в Лондоне, унесший тысячи жизней.

СМОГ ЛЕДЯНОЙ (аляскинского типа) – сочетание газообразных загрязнителей, пылевых частиц и кристаллов льда, возникающих при замерзании капель тумана и пара отопительных систем.

СМОГ (лондонского типа, влажный): – сочетание газообразных загрязнителей (в осн. сернистого ангидрида), пылевых частиц и капель тумана.

СМОГ ФОТОХИМИЧЕСКИЙ (лос-анджелесского типа, сухой) – вторичное (кумулятивное) загрязнение воздуха, возникающее в результате разложения загрязняющих веществ солнечными лучами, особенно ультрафиолетовыми. Главный ядовитый компонент С. ф. – озон (O_3). Дополнительными его составляющими служат угарный газ (CO), соединения азота (NO_x), перекись ацетилнитрата, азотная кислота (HNO_3) и др. Образующаяся в процессе

хозяйственной деятельности людей NO переходит в NO₂; далее, вследствие малой собственной энергии диссоциации и действия фотолиза в присутствии фотоинициаторов происходит распад NO+O и синтез O и O₂ в O₃. Возникающие в присутствии (CH)_x радикалы OH способствуют накоплению O₃.

СОРБЕНТ – поглощающее вещество.

СОРБЦИЯ (от лат sorbeo – поглощаю) – поглощение твердым телом или жидкостью вещества из окружающей среды. Поглощающее тело называется сорбентом, поглощаемое – сорбтивом (сорбатом). Важнейшие твердые сорбенты, применяемые в технике – активные угли, силикагель, цеолиты, иониты. См. *Абсорбция, Адсорбция, Хемосорбция.*

СТОЙКИЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ – загрязнители, с трудом входящие или не входящие в цикл естественного круговорота веществ и вследствие этого длительное время сохраняющиеся в окружающей среде, (напр., некоторые виды пластмасс и других чуждых природе материалов, стойкие изотопы радиоактивных материалов). Особо опасны С. з., способные аккумулироваться в живых организмах и оказывать на них негативное воздействие: диоксин, фуран, бенз(α)пирен, ДДТ и др.

СТРЕСС (от англ stress – напряжение): 1) состояние напряжения организма – совокупность физиологических реакций, возникающих в организме животных и человека (возможно, и у растений) в ответ на воздействие различных неблагоприятных или, наоборот, исключительно благоприятных факторов (стрессоров) – холода, голода, психических и физических травм, облучения, кровопотери, инфекции, радости, полового возбуждения и т. п.; отличают большое число форм С.: антропогенный, биогенный, культурный, шумовой и др.; 2) напряженное состояние экосистемы, испытывающей повреждающее воздействие необычных природных и техногенных факторов, проявляющееся в изменении энергетических процессов, круговорота биогенных веществ и структуры сообщества. Одним из следствий С. служит увеличение доли выносимой из экосистемы или неиспользуемой в ней продукции. Длительное состояние С. грозит экосистеме разрушением.

СУБСТРАТ – опорный экологический компонент и в ряде случаев одновременно питательная среда (для растений, микроорганизмов). С. наземной жизни служит почва. С. организмов бентоса – грунт водоема. С. для планктона – толща воды.

СУКЦЕССИЯ (от лат successio – преемственность) – последовательная смена во времени, одних биоценозов другими на определенном участке земной поверхности. При отсутствии нарушений С. завершается возникновением сообщества, находящегося в равновесии со средой, – климакса. Один из примеров сукцессии – переход зарастающего озера в болото.

СУФФОЗИЯ (от лат. suffosio – подкапывание), вынос мелких минеральных частиц и растворенных веществ водой, фильтрующейся в толще горных пород.

Т

ТАКСАЦИЯ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ – установление рыбохозяйственной ценности водных объектов.

ТАКСЫ ИСЧИСЛЕНИЯ УЩЕРБА – показатели, используемые для исчисления величины нанесенного природным ресурсам ущерба при определении

материальной ответственности нарушителей природоохранительного законодательства.

ТВЕРДЫЙ СТОК – смыв и перенос водными потоками твердых веществ с поверхности земли.

ТЕЛЕМЕТРИЯ (ТЕЛЕДЕТЕКЦИЯ) – дистанционное получение информации об экосистемах, их состоянии и других особенностях с помощью специальной телеметрической аппаратуры, установленной на самолетах и спутниках.

ТЕПЛОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ (ТЕРМАЛЬНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ) – форма физического загрязнения среды, характеризующаяся периодическим или длительным повышением ее температуры против естественного уровня.

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА – получение необходимых видов энергии (механической, электрической) путем преобразования теплоты, выделяемой при сгорании минерального топлива, распаде ядерного горючего, теплоты, поступающей от термальных вод и паров, Солнца и от др. источников. Т – один из основных источников загрязнения среды.

ТЕРМОКАРСТ – образование просадочных, провальных форм рельефа, бугров и подземных пустот в результате вытаявания подземного льда или оттаивания мерзлого грунта. Широко распространены естественные формы Т.: ложбины, западины и бугры-полигоны (формы западинно-бугристого рельефа), котловины с озерами и без них, якутские аласы и т. п. При хозяйственном нарушении растительного покрова Т. усиливается, принимая иногда катастрофические размеры (напр., при неправильном строительстве зданий они разрушаются в результате просадки грунта под фундаментом. В стр-ве для предотвращения искусственного Т. сооружения возводят на сваях, оставляя под зданиями место для циркуляции воздуха; в дорожном деле применяются толстые гравийные подушки, подстилающие дорожное полотно.

ТЕРРАСИРОВАНИЕ СКЛОНОВ – искусственное изменение поверхности откосов (создание плоских, вогнутых или выпуклых площадок-террас), обеспечивающее их устойчивость к эрозии и создающее благоприятные условия для использования под с.-х. и лесные культуры. Для предотвращения эрозии террасы должны иметь поперечный уклон $1,5-2^\circ$ в сторону вышележащей террасы.

ТЕРРИКОН – отвал шахтных горных пород или отходов обогащения, отсыпaeмый в форме конуса, Объем Т. достигает нескольких десятков миллионов м^3 , высота – 100 м и больше, площадь основания – десятков га. Т. обычно сложены из токсичных пород; у угольных шахт нередко возгорания Т.

ТЕХНОБИОЦЕНОЗ – биогеоценоз, формирующийся в зонах влияния промышленных предприятий и, как правило, характеризующийся снижением общей продуктивности, ущербным развитием растений, животных и микроорганизмов, обеднением видового состава, вспышками массового размножения вредителей, ростом мутагенности среды, деградацией основных элементов биогеоценозов.

ТЕХНОГЕНЕЗ – процесс изменения природных комплексов под воздействием производственной деятельности человека. Наиболее существенные преобразования биосферы и экотопосферы, вызываемые совокупностью

геохимических, геофизических, инженерно-геологических и др. процессов, связаны с технической и технологической деятельностью людей по извлечению из недр, концентрации и инженерно-сельскохозяйственной перегруппировке целого ряда веществ и химических элементов, их минеральных и органических соединений. Процессы Т. приводят к загрязнению всех компонентов экотопосферы, к подтоплению застраиваемых и осваиваемых территорий, к истощению природных ресурсов, прежде всего исчерпаемых и невозобновимых. Водные ресурсы относятся к возобновимым, но при интенсивном Т. они становятся исчерпаемыми. Т. обуславливает интенсификацию таких процессов как карстово-суффозионные, окислительно-восстановительные и др. В связи с невиданными масштабами загрязнения в природной среде мобилизуются силы, стремящиеся к сопротивлению и самоочищению. Усиливаются эффекты геохимического барьера. Масштабность и глубина воздействия технологий на литосферу и природную среду в целом поступательно возрастают. Человечество производит около 2,3 млн. химических веществ, и в природную среду попадают принципиально новые для нее химические соединения, многие из которых весьма ядовиты в отношении человека и биоценозов, а подавляющее большинство их экологически не изучено.

ТЕХНОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ – элементы техногенных форм воздействия человека на природные компоненты, обуславливающие возникновение и развитие явлений техногенеза: промышленные, геотехнологические, энергетические, сельскохозяйственные, гидромелиоративные, транспортные, бытовые, военные и др.

ТЕХНОГЕННЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ – значительно измененные или возникшие под влиянием техногенных факторов природные, а также культурные экосистемы.

ТЕХНОЛОГИЯ (от греч. *tehne* – искусство, мастерство, умение и греч. *logos* – слово, учение) – совокупность методов обработки, изготовления, изменения состояния, свойств, формы сырья, материала или полуфабриката, осуществляемых в процессе производства продукции. Задача Т. как науки – выявление физических, химических, механических и других закономерностей с целью определения и использования на практике наиболее эффективных и экономичных производственных процессов. Т. традиционно делится на механическую и химическую. Химическая Т. рассматривает процессы коренного изменения состава, свойств и внутреннего строения вещества, охватывает производства химической промышленности, металлургии, переработки топлива, тяжелого органического синтеза и др., с которыми связан максимальный вред окружающей среде.

ТЕХНОЛОГИЯ БЕЗОТХОДНАЯ – идеальная модель производства, теоретический предел которой может быть реализован лишь частично. Термин «безотходная технология» предложен Н. Н. Семеновым и И. В. Петряновым-Соколовым, но идеи Т. б. были изложены еще Д. И. Менделеевым в 1855 г (ж. «Новь», «Письма о заводах»). Технология безотходных технологических процессов предполагает: а) природные ресурсы для производства всех возможных продуктов добывать один раз; б) форма продукта должна позволять рентабельно превращать после использования по прямому назначению в исходные элементы

нового производства по принципу: сырье – готовый продукт – сырье. Этому препятствует износ материалов и дополнительные затраты энергии вне замкнутой системы.

ТЕХНОЛОГИЯ МАЛООТХОДНАЯ – промежуточная переходная стадия создания безотходных технологий. Часть сырья переходит в отходы и направляется на длительное хранение. Вредное воздействие на окружающую среду не превышает допустимых санитарных норм.

ТЕХНОСФЕРА – состояние биосферы с обедненным и угнетенным видовым составом биоценозов вплоть до опустынивания в связи с экологически необоснованной инженерной и хозяйственной деятельностью людей и уродливым неуправляемым развитием процессов техногенеза. Формирование ноосферы может предотвратить техногенные тенденции развития человечества.

ТОКСИКАНТЫ – химические вещества, ядовитые для живых организмов. К числу Т. относятся многие поступающие в природную среду загрязнители, пестициды, гербициды и пр.

ТОКСИЧНОСТЬ – ядовитость, способность некоторых химических элементов, соединений и биогенных веществ оказывать вредное действие на организмы (человека, животных, растения, грибы, микроорганизмы).

ТОЛЕРАНТНОСТЬ (от лат. *tolerantia* – терпение): 1) способность живого организма переносить неблагоприятное влияние того или иного фактора среды; 2) полное или частичное отсутствие иммунологической реакции – потери или снижения организмом животного (включая человека) способности вырабатывать антитела, что снижает иммунитет (*мед.*). В ряде случаев Т. связана с загрязнением среды обитания, особенно в связи с производством биологически активных пищевых добавок. Экол. и мед. значения термина Т, противоположны.

ТОРФЯНОЙ КАДАСТР – свод учетных данных, качественно и количественно характеризующих торфяные залежи и запасы той или иной территории.

ТРАНСГРАНИЧНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ – загрязнение среды, охватывающее территорию нескольких государств или целые континенты и формирующееся за счет трансграничного переноса загрязнителей.

ТРОМБ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ – смерч на суше. Летом 1984 г. Т. м. вызвал катастрофические разрушения в Ивановской и др. областях центра европ. части России. Труднопрогнозируемое стихийное бедствие. Повторяемость Т. м, или, как его называют в Америке, торнадо, в последние 10–20 лет увеличилась в 8–10 раз (число смерчей на море изменилось значительно меньше; рост торнадо в Сев. Америке слабее, чем в Европе; в Великобритании до последнего времени Т. м. не был зарегистрирован). Ежегодно происходят десятки случаев его образования (не исключено, что редкие случаи слабых Т. м. ранее просто не регистрировались). Основная причина учащения случаев Т. м. – обезлесение местности, образование больших открытых пространств, увеличение неравномерности нагрева поверхности земли, климатические аномалии. Возможной второстепенной причиной учащения Т. м. служит возникновение первичных завихрений при встречном движении скоростного транспорта – наблюдается прямая математическая связь между этими явлениями: с увеличением числа транспортных средств учащается явление Т. м.

ТРОПА ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ – маршрут, проходящий через различные природные объекты, имеющие эстетическую, природоохранную и историческую ценность, на котором идущие (гуляющие, туристы и др.) получают устную и письменную (аншлаги, стенды и т. п.) информацию об этих объектах. Одна из форм воспитания экологического мышления и мировоззрения.

У

УЗУФРУКТ – право пользоваться чужой (в том числе государственной) собственностью и доходами от нее без причинения ущерба этой собственности. Очень широко применяемый в природопользовании юридический принцип.

УНИЧТОЖЕНИЕ АКТИВНОГО НАЧАЛА В ОТХОДАХ – одна из форм обезвреживания отходов: связывание или разрушение наиболее вредных соединений или др. агентов, входящих в состав отходов.

УНИЧТОЖЕНИЕ ОТХОДОВ – переработка, сжигание, захоронение или рассеивание отходов.

УПАКОВКА АЭРОЗОЛЬНАЯ – баллон с распыляемой в виде аэрозоля (тумана) жидкостью. В качестве распылителей служат фреоны, бутан или сжатый воздух. В ряде стран бытовые аэрозольные упаковки на основе фреонов запрещены в связи с предполагаемым их (фреонов) вредным воздействием на озоносферу планеты.

УРБАНИЗАЦИЯ ТЕРРИТОРИИ – процесс преобразования естественных ландшафтов в искусственные (техногенные), развивающийся под влиянием городской застройки.

УРОВЕНЬ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ ФОНОВЫЙ – природная концентрация вредных веществ в среде, определяемая также их местным и дальним переносами, неучитываемыми выбросами стационарных и нестационарных тепловых двигателей, энергетических и технологических агрегатов и машин.

УРОВЕНЬ ИЕРАРХИЧЕСКИЙ ЭКОСИСТЕМ (УРОВЕНЬ ИЕРАРХИИ СИСТЕМ) – функциональное место (значимость) экосистемы данной сложности и принципов управления в системе биосферы, составленной экосистемами различного функционального размера – от элементарных экосистем биогеоценозов до экосистем суши и океана и биосферы в целом.

УРОВЕНЬ РАДИОАКТИВНОСТИ – суммарная (естественная и искусственная) интенсивность самораспада радиоактивных элементов в среде. Зависит от естественного фона радиоактивности и количества техногенных радиоактивных загрязнителей среды.

УТИЛИЗАЦИЯ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ – извлечение и хозяйственное использование веществ, содержащихся в промышленных и коммунальных выбросах и отходах (твердых, газообразных, жидких), загрязняющих среду. Загрязнители могут представлять самостоятельную ценность (нефть, жиры, металлы и т. д.) либо использоваться как сырье для производства необходимых продуктов, напр., удобрений из осадков сточных вод, стройматериалов из шлаков. Имеет большое экономическое и природоохранное значение.

УЧЕНИЕ О БИОСФЕРЕ И НООСФЕРЕ впервые сформулировал В. И. Вернадский как учение об оболочке Земли с активным проявлением биоценозов. Homo sapiens благодаря своему разуму (второй сигнальной системе) и

способности к целенаправленному труду превратился в вид, ставший ведущей геологической силой на Земле. Он расширил область своей жизнедеятельности далеко за пределы биосферы, формируя новое ее состояние – ноосферу. Пленка живого вещества вокруг планеты – биоценосфера и среда обитания живых организмов и человека – экотопосфера подверглись массивированному техногенному воздействию. Основные научные дисциплины учения о биосфере-ноосфере – это биоценология, изучающая биоценосферу и геоэкология, предметом исследований которой служит окружающая человека среда или экотопосфера. В биосфере-ноосфере живое вещество биоценозов (включая вид *homo sapiens*) и среда их обитания (экотопосфера) органически взаимосвязаны и взаимодействуют, формируя целостную социо-биодинамическую систему – ноосферу с отдельными ее ячейками – ноосистемами.

УЩЕРБ ОКРУЖАЮЩЕЙ ЧЕЛОВЕКА СРЕДЕ (НАНЕСЕНИЕ УЩЕРБА) – эколого-социально-экономически значимое ее искусственное изменение (или значимое лишь с позиций экологии, социальных наук и экономики). Универсальной единицы измерения У. о. ч. с. не существует. Нижним социальным пределом У. о. ч. с. служит дискомфорт хотя бы одного человека, препятствующий его нормальной деятельности или нарушающий его покой. Экономически такой же порог – разрушение или препятствие к функционированию хотя бы одного хозяйственно важного объекта (коррозия материалов, снижение прироста растений, уменьшение производит. труда и т. п.). Во всех случаях У. о. ч. с. рассматривается в пределах обусловленного времени (он м. б. «неощутим» за короткий период и стать катастрофическим за продолжительный срок).

УЩЕРБ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ – фактические и возможные убытки народного хозяйства, связанные с загрязнением среды жизни (включая прямые и косвенные воздействия, а также дополнительные затраты на ликвидацию отрицательных последствий загрязнения). Учитываются также потери, связанные с ухудшением здоровья населения, сокращением длительности трудового периода и жизни людей.

УЯЗВИМОСТЬ ЛАНДШАФТА, ЭКОСИСТЕМЫ – свойство, обратное устойчивости; неспособность противостоять внешним воздействиям.

Ф

ФАКТОРЫ (в экологии) – внешние и внутренние силы, определяющие направление и скорость процессов, совершающихся в организмах и ценоэкосистемах. Могут быть разделены: а) на абиотические факторы: космическую радиацию; солнечную радиацию, ее вековую, годовую и суточную цикличность; зональные, высотные и глубинные градиенты света и тепла; гравитацию и давление с их высотными и глубинными градиентами; электромагнитное поле планеты; атмосферу, ее состав со своими градиентами и закономерностями циркуляции воздушных масс; поверхность литосферы с ее рельефом, различным минеральным составом и гранулометрией, теплоемкостью и влагоемкостью; гидросферу с градиентами ее состава, закономерностями водообмена и газообмена; б) на биотические факторы: генетическую информацию на уровне организма (определяет онтогенез, трофические и медиопативные

связи), популяции (размножение, поведение) и биоценоза (автотрофия, биотрофия, сапротрофия; биоценотический и естественный отбор); факторы биоценотической среды, квартиранство, трибойкия и пертиненция; в) на техногенные факторы. В природе происходит комплексное воздействие факторов, хотя фактор, находящийся в минимуме или, наоборот, в максимуме, может иметь наибольшее значение.

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД – очистка стоков от загрязнителей физико-химическими методами, к которым относятся флотация, экстракция, сорбция, эвапорация, и опреснение сточных вод.

ФИЗИЧЕСКОЕ (ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЕ) ЗАГРЯЗНЕНИЕ – загрязнение среды, проявляющееся отклонениями от нормы ее температурно-энергетических, волновых, радиационных и других физических свойств.

ФРЕОНЫ (ХЛАДОНЫ) – группа галогеносодержащих веществ: Ф-11 (CFCl_3), Ф-12 (CF_2Cl_2), Ф-22 (CHClF_2) и др., кипящих при комнатной температуре, высоколетучих, химически инертных у поверхности Земли, используемых в холодильной промышленности и как распылители (в частности, с.-х. пестицидов и веществ в аэрозольных упаковках). Поднимаясь в стратосферу, подвергаются фотохимическому разложению с выделением иона хлора, служащего катализатором химич. реакций, разрушающих молекулы озона, защищающего планету от жесткого ультрафиолетового излучения. В настоящее время ведется постоянное межд. наблюдение (мониторинг) за озоновым экраном (плотность O_3 в 1988 г. была на 5–6 % ниже нормы – по наблюдениям в США). Многие страны сократили производство и потребление Ф., но общий выпуск этих веществ в мире растет (согласно Монреальскому протоколу, его должны были сократить на 50 % к 2000 г.). Возрастает и концентрация Ф. в атмосфере. На 1 января 1980 г. количество Ф-12 было равно произведению 285 частей на 10^{12} . В атмосфере северного полушария Ф. на 8–9% больше, чем в атмосфере южного. Среднее время жизни Ф. в атмосфере – порядка 70–100 лет, но в верхнем пределе, видимо, достигает многих столетий. Данные пока не слишком точны из-за малых рядов наблюдений и несовершенства измерений и моделирования.

Х

ХВОСТОХРАНИЛИЩЕ – устройство для приема и хранения отвалных хвостов. Отходы (хвосты) перемещают, главным образом, потоками воды по трубам. Х. как гидроотвалы обычно размещают на пониженных участках рельефа: в балках, оврагах, перегораживая их дамбами, а на ровных участках ограждают дамбами со всех сторон. Так как отходы в Х. кроме механических взвесей содержат разнообразные вредные химические соединения, при строительстве Х. необходимо обращать внимание на водонепроницаемость дамб и днищ, чтобы не загрязнять почвы, поверхностные и подземные воды.

ХВОСТЫ – отходы (обычно подразумеваются жидкие или газообразные), возникающие при обогащении полезных ископаемых или др. технологических процессах. «Лисьи хвосты» – выбросы, содержащие соединения серы.

ХЕМОСОРБЦИЯ – поглощение газов, паров, растворенных веществ жидкими и твердыми сорбентами с образованием на поверхности раздела новой фазы или

компонента. Разновидность адсорбции. В прошлом Х. называли химические реакции газов с жидкими или твердыми веществами.

ХИМИЧЕСКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ – загрязнение окружающей среды, формирующееся в результате изменения ее естественных химических свойств или при поступлении в среду химических веществ, несвойственных ей, а также в концентрациях, превышающих фоновые (естественные).

ХЛОРИРОВАНИЕ ВОДЫ – обработка питьевой воды или сточных вод водным раствором хлора с целью их обеззараживания. Поскольку Х. питьевой воды в ряде случаев приводит к образованию мутагенов и канцерогенов (веществ, вызывающих генетические перестройки и раковые заболевания), его заменяют озонированием, т. е. обработкой питьевых вод озоном. Для «умягчения воды» (снижения количества солей щелочноземельных металлов, «накипи») в технологических процессах производят магнитную обработку воды («омагничивание»).

ХЛОРОЗ – заболевание растений, вызванное недостатком некоторых элементов в почве (чаще всего магния или железа) или вирусами. Выражается в пожелтении листьев.

ХРАНЕНИЕ ОТХОДОВ – содержание отходов в специальных емкостях (контейнерах или хранилищах). Высокотоксичные, радиоактивные отходы заключают в металлические капсулы, а затем в кубы из отвердевшего жидкого стекла, помещаемые в отработанные соляные копи или в др. искусственные пустоты в земной коре, куда не поступают подземные воды и исключается случайный прорыв аварийно образовавшихся токсичных газов (но откуда при необходимости контейнеры м. б. извлечены). От Х. о. следует отличать их захоронение, при котором извлечение контейнеров с отходами, как правило, невозможно или крайне затруднено.

Ц

ЦВЕТЕНИЕ ВОД – массовое развитие фитопланктона, вызывающее изменение окраски воды: слабое – биомасса водорослей в пределах 0,5–0,9 мг/л; умеренное – 1–9,9 мг/л; интенсивное – 10–99,9 мг/л; гиперцветение – больше 100 мг/л. Результатом Ц. в. является ухудшение кислородного режима водоема (вплоть до замора). Одна из причин Ц. в. – поступление в водоемы минеральных, особенно фосфоросодержащих, удобрений, синтетических моющих веществ и органических загрязнителей. Ц. в. иногда способствует загрязнению водоема биогенными веществами. При этом некоторые водоросли при своем разложении отравляют воду токсинами.

ЦЕНА ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ – вернее, наценка, возникающая в результате необходимости экономических вложений на нейтрализацию прямых опосредованных и косвенных экологических последствий данной формы хозяйственной деятельности (очистку, организацию защитных зон, ущерб др. отраслям хозяйства и т. п.). Напр., открытые разработки полезных ископаемых вызывают длинную цепь прямых и косвенных ущербов, в том числе от сопутствующего истощения сопряженных природных ресурсов; изъятия значительных площадей плодородных земель, изменения водного режима на огромных территориях и т. п., развешивания токсичных горных пород на больших пространствах, ущерба

здоровью населения от всего перечисленного, снижения урожайности с.-х. культур, геохимических заболеваний домашнего скота, птицы, от др. форм ущерба диким и домашним животным и растениям. Ц. э. должна исчисляться с учетом возрастания ущерба со временем, т.к. цепные реакции в природе обычно ведут к усилению неблагоприятных эффектов, а сами нарушаемые ресурсы непрерывно дорожают (напр., ресурсы отдыха, ранее не включавшиеся в экономические оценки, ныне не могут игнорироваться). В общем виде: энергия и вещество природных ресурсов в ходе эксплуатации постепенно деградирует к формам, все менее пригодным для хоз. использования, отражением чего и служит Ц. э.

Ч

ЧИСЛО САНИТАРНОЕ – частное от деления количества почвенного белкового азота (в мг на 100 г сухой почвы) на общее количество органического азота в почве (в тех же единицах). Ч. с. – обобщающий показатель загрязнения почвы.

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ – свойство живых организмов реагировать на действие факторов окружающей среды. Наименьшая сила фактора, которую ощущает организм, является порогом его чувствительности; чем ниже этот порог, тем выше чувствительность организма.

Ш

ШОК ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ – внезапное осознание обществом экологических затруднений в его соц.-экон. развитии. (За рубежом термин получил широкое распространение в 70-е гг. XX в.). Эти затруднения имеют свою шкалу, основанную на силе неблагоприятных явлений в среде жизни и их естественной и искусственной обратимости. Различают экологический кризис (обратимые неблагоприятные явления, затрудняющие экономический рост), экологическую катастрофу (труднообратимые за длительное время – многие десятки, сотни лет – очень неблагоприятные явления, приводящие к упадку экономич. деятельности, невозможности ее дальнейшего развития до воссоздания благоприятной природной среды), экологический коллапс (практически необратимые природно-техногенные явления, исключающие возможность самого существования человека в образовавшейся среде). Промежуточной фазой служит критическое состояние (между кризисом и катастрофой), при котором обнаруживается полная потеря ресурсов, делающая скорость соц.-экон. развития нулевой, но потеря ресурсов еще обратима или заменима за сравнительно короткое время (считанные годы, немногие десятки лет).

ШУМОВОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ – форма физического загрязнения среды, характеризующаяся превышением предельно допустимого уровня шума (35 дБ днем и 25 – ночью). Основной источник – технические устройства, установки, транспорт, бытовая техника и т. п.

ШУМОЗАЩИТА – мероприятия по снижению шума на производстве, транспорте, при гражд. и пром. строит-ве, на дорогах, улицах. Осуществляется с помощью архитектурно-строительных методов: применением звукопоглощающих материалов, рациональным расположением и обоснованными размерами строительных объектов, созданием противозумовых разрывов – отнесением жилых строений в глубь кварталов, выносом шумных производств в сторону от

нас. пункта, конструированием противошумовых оконных клапанов и др., спец. экранов (вдоль дорог и улиц, в виде земляных валов, выемок, стенок различных конструкций, шумоотражающих, как правило, нежилых строений – магазинов, гаражей, складов и т. д.), созданием полос зеленых насаждений (эффективных полос в 50 м и более шириной), сооружением на балконах и лоджиях массивных или гофрированных ограждений, размещением рельсовых дорог в тоннелях и т. п.

Э

ЭВОЛЮЦИОННАЯ ЭКОЛОГИЯ – раздел экологии, исследующий эволюцию видов в связи с факторами внешней среды и эволюцию биоценозов и экосистем. По современным представлениям, эволюция жизни на нашей планете явилась совершенно уникальным явлением, создавшим современную нам биосферу. Эта эволюция была не только зависимой от внешних факторов, но и коренным образом изменяла их. Уже это означает, что эволюционировали не только виды, но и экосистемы. Ведущим двигателем их эволюции была именно эволюция видов.

ЭВТРОФИРОВАНИЕ ВОД – повышение биологической продуктивности водных объектов в результате накопления биогенных элементов под воздействием техногенных или естественных факторов. Ухудшает физ.-хим. условия среды обитания рыб и других гидробионтов за счет массового развития микроскопических водорослей (наблюдается цветение воды) и др. микроорганизмов, разложения отмерших организмов и токсичности многих продуктов их распада.

ЭДИФИКАТОРЫ – 1) виды растений, животных, микроорганизмов, создающие необходимые условия для жизни доминантов, а через них и для всех видов биоценоза; 2) преобладающие в фитоценозах виды растений с сильно выраженной средообразующей способностью. Напр., Э. южной степи – ковыль, типчак; леса – ель, дуб; низинного болота – осоки и т. д.

ЭКВАТОР (от позднелат. *aequator* – уравниватель) – линия сечения поверхности Земли плоскостью, проходящей через центр Земли перпендикулярно оси ее вращения. Делит земной шар на Северное и Южное полушария. Различают Э. географический и магнитный. Географический Э. служит началом счета широты местности, его длина составляет 40 075 696 м.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ВАЛЕНТНОСТЬ – диапазон адаптированности (толерантности, приспособленности) вида к тем или иным условиям среды. Прежде всего выражается в разделении организмов на эврибионтов, стенобионтов и мезобионтов, т. е. виды широкой, узкой и средней адаптированности.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ДЕПРИВАЦИЯ – потеря экологической устойчивости сообществом живых организмов вследствие его упрощения под влиянием тех или иных факторов (в том числе антропогенного происхождения).

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ДОКТРИНА – концентрированное выражение системы официальных взглядов и положений, вырабатываемых политическим руководством государства и провозглашающих основные цели, принципы, направления и формы его деятельности по обеспечению рационального взаимодействия между обществом и природой, сохранению надлежащего качества среды обитания живых существ, включая человека.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА (ЭКОСИСТЕМА) (от *эко...* и греч. *systema* – целое, составленное из частей, соединение) – единый природный комплекс, образованный живыми организмами и средой их обитания (атмосфера, почва, водоем и т. п.), в котором живые и косные компоненты связаны между собой обменом веществ, энергии и информации. Понятие предложено английским фитоценологом А. Тенсли (1935), оно менее строгое, чем биогеоценоз, может объединять разные природные комплексы, не ограниченные строго пространственно: каплю воды с содержащимися в ней микроорганизмами, небольшой пруд, океан, тайгу или участок березовой рощи, и, наконец, биосферу в целом. *Биогеоценоз* – это экосистема определенного ранга.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА – комплексная оценка проектов хозяйственного строительства и использования природных ресурсов на предмет их соответствия требованиям экологической безопасности и системы рационального природопользования.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КАДАСТР – характеристика совокупности особенностей природной среды какой-либо территории, сопровождающаяся комплексной оценкой их практического значения.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КРИЗИС – это кризисные явления, возникающие в экологических системах биосферы в тех или иных районах и регионах земного шара в результате нарушения равновесий между нооценозом, с одной стороны, и биоценозом и биотопом, с другой. Главной причиной Э. к. является геохимически не сбалансированное воздействие на окружающую среду, приводящее к интенсивному загрязнению атмосферного воздуха, природных вод, пищевых цепей, к деградации и эрозии почв, к исчезновению популяций животных и растений, к ксерофитизации (обезвоживанию) местности и др. Техногенное воздействие нередко сопровождается и стихийными бедствиями: извержениями вулканов, землетрясениями, наводнениями, засухами, ураганами, лесными пожарами и пр. Э. к. нередко стимулирует стихийные бедствия и более существенно нарушает равновесие экосистем. Э. к. может перерасти в экологическую катастрофу, наихудшим последствием которой может стать полная гибель биосферы, например в результате «ядерной зимы».

ЭКОЛОГИЯ (от греч. *oikos* – дом, жилище, местопребывание и ...*логия*) – наука об отношениях растительных, животных организмов и человека и образуемых ими сообществ между собой и окружающей средой. Термин Э. предложен Э. Геккелем в 1866 г. Сегодня существует более 100 определений Э. С 70-х гг. XX в. складывается Э. человека и социальная экология, изучающие закономерности взаимодействия человека и общества с окружающей средой, а также практические проблемы ее охраны. Актуальна экологизация современной науки и практики. Современные проблемы вызвали к жизни ряд всемирных общественно-политических движений («зеленые» и многие другие). Приведем ряд подходов к определению Э.: 1) часть биологии (биоэкология), изучающая отношение организмов (особей, популяций, биоценозов и т. п.) между собой и окружающей средой, включает Э. особей (аутэкология), Э. популяций (популяционная экология, демэкология) и Э. сообществ (синэкология); 2) дисциплина, изучающая общие законы функционирования экосистем различного иерархического уровня;

3) комплексная наука, исследующая среду обитания живых существ, включая человека; 4) область знания, рассматривающая некую совокупность предметов и явлений с точки зрения субъекта или объекта (как правило, живого или с участием живого), принимаемого за центральный в этой совокупности (это м. б. и промышленное предприятие); 5) исследование положения человека как вида и общества в экосфере планеты, его связей с экологическими системами и меры воздействия на них (*общ.*). В целом современная всеобщая, или «большая» Э. (глобальная Э., мегаэкология–панэкология) – научное направление, рассматривающее некую значимую для центрального члена анализа (субъекта, живого объекта) совокупность природных и отчасти социальных (для человека) явлений и предметов с точки зрения интересов этого центрального субъекта или живого объекта. В настоящее время Э. распалась на ряд научных отраслей и дисциплин, подчас далеких от первоначального понимания Э. как биологической науки (биоэкологии), хотя в основе всех современных направлений Э. лежат фундаментальные идеи биоэкологии. Э. по размерам объектов изучения делят на аутэкологию (организм и его среда), популяционную экологию, или демэкологию (популяция и ее среда), синэкологию (биотическое сообщество, экосистема и их среда), географическую, или ландшафтную Э. (крупные геосистемы, географические процессы с участием живого и их среда) и глобальную Э. (мегаэкология, учение о биосфере Земли). По отношению к предметам изучения Э. подразделяют на Э. микроорганизмов (прокариот), грибов, растений, животных, человека, сельскохозяйственную, промышленную (инженерную), общую Э., (как теоретически обобщающую дисциплину). По средам и компонентам различают Э. суши, пресных водоемов, морскую, Крайнего Севера, высокогорий, химическую (геохимическую, биогеохимическую). По подходам к предмету аналитическую и динамическую Э. С точки зрения фактора времени рассматривают историческую и эволюционную Э. (в том числе археоэкологию). В системе Э. человека выделяют социальную Э. (взаимоотношение социальных групп общества с их средой жизни), отличающуюся от Э. индивида и Э. человеческих популяций, по функционально-пространственному уровню равную синэкологии, но имеющую ту особенность, что сообщества людей в связи с их средой имеют доминанту социальной организации (социальную Э. рассматривают для уровней от элементарных социальных групп до человечества в целом). Особую сложность вызывает разделение экологии человека и социальной экологии, объект изучения которых (человек, но не угол зрения на человека) очень близок. Разница заключается в том, что социальная экология не охватывает биологическую сторону человека, его аутэкологию и демэкологию как таковую (напр., воздействие природных факторов на здоровье человека и его популяций). Предлагалось понятие социально-экономическая экология человека, обобщающее социальную экологию и экологию человека. Однако многословный термин едва ли удачен: такие словосочетания не приживаются. Очевидно, целесообразно называть экологией человека в узком смысле слова экологию биологического ряда: индивид (особь) – репродуктивная группа и т. д.; а социальной экологией, также в узком значении, – экологию социального ряда: личность – семья и т. д. В связи с многозначностью термина Э. высказываются опасения полного стирания

первоначального смысла Э. как биологической науки. Такие опасения не имеют под собой достаточного основания, т. к. не название науки определяет ее содержание, а объект исследования (угол зрения на изучаемый объект). Некоторые науки исторически меняли наименование, напр., та же Э. (первоначально «экономика или эконоμία Природы»), но это не приводило к их ослаблению, а тем более деградации. Из приведенных определений Э–4 имеет наиболее общий философский смысл и ближе всего соответствует современному широкому пониманию Э. Именно исходя из него вытекает классификация «экологии», сведенная в куст терминов, приводимый в словаре.

ЭКОЛОГИЯ АНАЛИТИЧЕСКАЯ – раздел Экологии–1, исследующий основные современные закономерности взаимоотношения организмов и их популяций с природной средой.

ЭКОЛОГИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ, ЛАНДШАФТНАЯ – раздел геоэкологии, объектом исследований которого является геологическая среда, основанный на приложении экологических закономерностей к техногенным географическим процессам.

ЭКОЛОГИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ – раздел *геоэкологии* (см), объектом исследования которого является геологическая среда, основанный на приложении экологических закономерностей к техногенным геологическим процессам.

ЭКОЛОГИЯ ГЕОХИМИЧЕСКАЯ – дисциплина, исследующая геохимические взаимоотношения организмов и их сообществ с геологической географической средой, а также геохимические отношения особей и их сообществ в условиях экосистем различного иерархического уровня.

ЭКОЛОГИЯ ГОРОДА (экология урбанизированных территорий) – исследование действий людей (горожан) и сравнение возникающих в ходе этих действий экологических оценок людьми тех или иных участков, территорий и окружающего город пространства с объективно регистрируемым набором свойств этих участков и территорий. Э. г. взаимосвязана с социальной географией.

ЭКОЛОГИЯ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНАЯ – изучение процессов формирования жилой среды урбанизированных территорий в связи с развитием городов и систем расселения, а также возможные пределы и последствия изменений, вызываемых этими процессами. Внутренняя среда помещений в понятие «Э. г.» не входит. Ее изучает особая ветвь науки – экистика.

ЭКОЛОГИЯ ДИНАМИЧЕСКАЯ (ЭВОЛЮЦИОННО-ДИНАМИЧЕСКАЯ) – дисциплина, изучающая отношения организмов и их групп (популяций) со средой обитания в динамико-эволюционном плане (динэкология).

ЭКОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ – раздел экологии (см. *Экология* – 1 в приложении к животным), изучающий образ жизни животных в связи с условиями их существования и значение факторов среды для питания, размножения, выживания, колебаний численности животных организмов.

ЭКОЛОГИЯ КАНЦЕРОГЕНЕЗА (ОНКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКОЛОГИЯ) – научное направление (разделы медицинской экологии и экологической ветеринарии), исследующие взаимоотношения организмов как между собой, так и окружающей средой, которые могут привести к образованию злокачественных

новообразований. Учитывается вирусный, химический, радиационный и др. виды биологического, химического и физического канцерогенеза.

ЭКОЛОГИЯ КОСМИЧЕСКАЯ – научная отрасль, изучающая малые пространственно замкнутые системы длительного поддержания жизнедеятельности человека в космических аппаратах.

ЭКОЛОГИЯ МЕДИЦИНСКАЯ – область научного знания, интегрирующая в единый комплекс гигиену, токсикологию и экологию человека. Э. м., видимо, следует считать одновременно разделом экологии человека и социальной экологии (*мед.*).

ЭКОЛОГИЯ ОБЩАЯ – отрасль науки об общих закономерностях взаимоотношений организмов и среды (по представлениям некоторых ученых – только на надорганизменном иерархическом уровне), характерных как для прокариот, грибов и растений, так и для животных (включая человека как биологическое существо).

ЭКОЛОГИЯ ПРИКЛАДНАЯ – разработка норм использования природных ресурсов и среды жизни, допустимых нагрузок на них, форм управления экосистемами различного иерархического уровня, способов «экологизации» хозяйства. В более общей трактовке – изучение механизмов разрушения биосферы человеком, способов предотвращения этого процесса и разработка принципов рационального использования природных ресурсов без деградации среды жизни. Э. п. базируется на системе законов, правил и принципов экологии и природопользования.

ЭКОЛОГИЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ (ИНЖЕНЕРНАЯ): 1) раздел «большой» экологии, рассматривающий воздействие промышленности (иногда всего хозяйства: промышленности, транспорта и сельского хозяйства) – от отдельных предприятий до всей совокупности источников техногенеза – на природу и, наоборот, влияние условий природной среды на функционирование предприятий и их комплексов; 2) знание способов формирования и закономерностей функционирования крайне упрощенных биоценозов (активного ила и т. п.), применяемых в технологических процессах. Употребление термина Э. л. (и.) в данном случае ошибочно, т. к. разработка технологических процессов очистки и т. п. относится к инженерному разделу биотехнологии.

ЭКОЛОГИЯ РАСТЕНИЙ – раздел экологии, изучающий взаимозависимости и взаимодействия между растительными организмами и между ними и средой их обитания (см. *Экология-1* в приложении к растениям),

ЭКОЛОГИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ: 1) аутэкология и синэкология культурных растений и домашних животных; 2) см. *Экология-1* всех культивируемых организмов.

ЭКОЛОГИЯ СОЦИАЛЬНАЯ: 1) научная дисциплина, рассматривающая взаимоотношения в системе «общество – природа»; изучает взаимодействия и взаимосвязи человеческого общества с природной средой и разрабатывает научные основы рационального природопользования, которые предполагают охрану природы и оптимизацию жизненной среды человека. Главная задача Э. с. – изучение закономерностей: взаимодействия человеческого общества и его отдельных территориальных групп с природой и проектирование на этой основе

новой природно-окультуренной среды; 2) научная дисциплина, рассматривающая соотношение общества с географической, геологической, социальной и культурной средами, т. е. со средой, окружающей человека; это самая широкая трактовка Э. с.; 3) исследование поступков людей и воздействия этих поступков на др. людей через их восприятие и социально-психологическую личностную и коллективную оценку человеческих взаимоотношений на фоне объективных свойств среды жизни и реактивности человеческого организма, напр., уклада жизни в районах новостроек, реакций, их жителей в сравнении гигиенических условий прежнего места жительства и условий, предлагаемых новостройкой. Очевидно, что в понимании Э. с.—1 термин включает в себя экологию человека. Терминология обсуждаемой области пока не устоялась.

ЭКОЛОГИЯ ХИМИЧЕСКАЯ – комплексная дисциплина, исследующая всю совокупность химических связей в живой природе и химические взаимодействия, связанные с жизнью. Включает биохимическую, геохимическую экологию и ряд других разделов экологии, изучающих химические взаимосвязи организмов, организмов и среды и т. д.

ЭКОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА: 1) комплексная дисциплина, исследующая общие законы взаимоотношения человека и биосферы (ее подразделений), его групп (популяций) и индивидуумов, влияние природной (в ряде случаев и социальной) среды на человека и группы людей; 2) экология человеческой личности; 3) экология человеческих популяций, в том числе учение об этносах. Э. ч. включает как социально-психологические отношения людей между собой, так и отношение людей к природе представляет собой комплексную эколого-социально-экономическую отрасль знания, где все социальные, экономические и природные условия рассматриваются как одинаково важные составляющие среды жизни человека, обеспечивающие разные стороны его потребностей.

ЭКОСИСТЕМА – см. *ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА*.

ЭКОСИСТЕМА МОНОДОМИНАНТНАЯ – экосистема с одним основным видом продуцента, служащим в ней одновременно и доминантом и эдификатором (напр., агробиогеноз с монокультурой).

ЭКОСИСТЕМА ОЛИГОДОМИНАНТНАЯ – экосистема с несколькими основными видами продуцентов и консументов (напр., леса умеренной полосы). В понятие следовало бы включать и редуцентов.

ЭКОСИСТЕМА ПОЛИДОМИНАНТНАЯ – богатая видами экосистема, в которой нет четкого преобладания небольшого числа видов над другими; такая экосистема может быть также названа «бездоминантной» (напр., тропический лес).

ЭКОСИСТЕМА ТЕХНОГЕННАЯ (НООСИСТЕМА) – экосистема, возникающая или значительно измененная под влиянием техногенных факторов (напр., осушенные болота, подтопленные земли, вырубки, предприятия, с. х. поля с нооценозом по С. С. Шварцу).

ЭКОСИСТЕМА УЗЛОВАЯ – фактически, при очень строгом подходе, изначальный сукцессионный климакс в развитии экосистемы никогда не бывает и не может быть достигнут, т. к. каждый новый цикл сукцессии идет на ином

микроэволюционном уровне под воздействием новых техногенных влияний, ставших в последнее время глобальными.

ЭКОТОПОСФЕРА – это окружающая человека и живые организмы среда обитания. Она включает в себя атмосферу, гидросферу, педосферу (почвенную геосферу) и верхнюю часть литосферы, и представляет собой структурный элемент экотопа биосферы-ноосферы. Э. имеет тот же объем, что и ноосфера, но включает в себя только косные и биокосные составляющие, в отличие от биоценосферы. Э. представляет собой совокупность природных компонентов внешних геосфер Земли с техническими, энергетическими, информационно-коммуникационными системами, объектами, явлениями и факторами, прямо или косвенно влияющими на условия жизни и развития человека и живых организмов.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЭКОЛОГИЯ – ведет исследования с использованием методов прямого вмешательства в строй и жизнь ценоэкосистем или культурэкосистем, их фрагментов, синузий, популяций. Некоторые из этих объектов исследуются и в условиях лаборатории методом моделирования.

ЭКСПЕРТИЗА ПРЕПАРАТА (ХИМИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА) ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ – определение воздействия химического агента на природные комплексы. Редко практикуемая акция, подменяемая обычно лабораторной проверкой воздействия препарата на организмы, реакция которых принимается за эталон. Токсичность препарата и его побочные воздействия на природные комплексы могут резко отличаться от регистрируемых в лабораториях, так как вещество может накапливаться в пищевых цепях, при переходе из одной среды в др. (напр., при смыве с суши в водотоки и водоемы), изменяться и превращаться во вторичные загрязнители в ходе спонтанных химических реакций и неожиданно сильно влиять на массовые организмы в сообществах (обычно они ускользают от внимания исследователей, напр., отдельные виды микроорганизмов, некоторые беспозвоночные животные и т. д.), а через них – на др. членов сообщества и на человека.

ЭКСПЕРТИЗА ПРОЕКТА – определение эколого-социально-экономической эффективности предполагаемого строительства в сравнении с выработанной нормативной базой или имеющимися образцами. В экологической части содержит оценку вероятных воздействий данного предприятия на окружающую его среду за весь период его функционирования, включая воздействия, связанные с вероятными изменениями исходного сырья, демонтажом или др. формой ликвидации хозяйства. Последнее обстоятельство, к сожалению, часто не учитывается, что ведет к крупным просчетам. Напр., демонтаж одной из атомных электростанций в ФРГ стоимостью в 230 млн. марок оценивается в 80 млн. марок (т. е. более чем в 1/3 первоначальных капитальных вложений), при этом очень высока доля затрат на дезактивацию и др. меры по экологической безопасности района бывшей АЭС.

ЭКСПЕРТИЗА ПРОЕКТА ОБЩЕСТВЕННАЯ – всенародное (референдум) или региональное широкое обсуждение проекта, особенно крупного. В России было закреплено специальным законом. Э. п. о. подвергаются, как правило, проектные идеи преобразования природы или строительства, ведущего к

изменению экологической и культурно-информационной ситуации (генпланы городов и т. п.).

ЭКСПЕРТИЗА ПРОЕКТА ПРЕДПРИЯТИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ – определение вероятных экологических последствий строительства данного предприятия в сравнении с желательным и допустимым состоянием среды жизни людей (т. е. предприятие не должно сверхнормативно воздействовать на среду жизни и не должно препятствовать собственной работе и функционированию близлежащих предприятий, нарушая через окружающую их среду ход технологических процессов). Э. п. п. э. включает оценку долговременного воздействия предприятия на природные ресурсы, природные условия, факторы дальнейшего развития хозяйства и условия жизни людей обычно локального участка местности. В идеале указанная оценка должна базироваться на совокупности экологических нормативов, которые еще находятся в стадии разработки. Э. п. п. э. – обязательное звено общей экспертизы проектов – должна производиться небольшой группой (3–5 человек) высококвалифицированных специалистов, имеющих соответствующий опыт работы, непосредственно на местности.

ЭКСПЕРТИЗА ПРОЕКТА СОСТОЯНИЯ ПРИРОДЫ – оценка эколого-социально-экономической эффективности предполагаемого изменения природной среды на региональном уровне. Состоит из общей экспертизы проекта (объекта строительства, непосредственно хозяйственного мероприятия) и эколого-социально-экономической экспертизы неизбежных природных цепных реакций (а также социально-экономической перспективы), которые затронут интересы нынешнего и грядущих поколений людей, экосистемы (и геосистемы) всех иерархических уровней, вплоть до биосферы и экотопосферы планеты в целом. Э. п. п. п. должна производиться отдельно для двух вышеуказанных экспертных направлений, сначала покомпонентно (для экологических компонентов), а затем интегрально (для всех уровней экологической иерархии). При этом должны учитываться экологические, социальные (в том числе культурные) и экономические параметры (в статике и долговременной динамике с многовариантным анализом). Специфичность Э. п. п. п. требует особой профессиональной подготовки (что, как правило, пока не учитывается и, к сожалению, приводит к малой обоснованности экспертиз). Э. п. п. п. опирается на весь комплекс законов, правил и принципов экологии и природопользования, проверку вероятного их действия в рамках осуществляемого проекта и соответствия проводимых хозяйственных мероприятий этим фундаментальным положениям.

ЭКСПЕРТИЗА ТЕХНОЛОГИИ (ТЕХНИКИ) ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ – определение их экосовместимости и степени ресурсоемкости, а для технологий – малоотходности в сравнении с выработанным нормативом или имеющимися лучшими образцами. Напр., обычный гусеничный транспорт непригоден для использования в зоне тундр, т. к. нарушает там почвенный покров, восстанавливающийся лишь через многие десятилетия; так наз. безводная технология производства бумаги имеет преимущества перед традиционной; получение энергии с минимальным воздействием на среду, в том числе без

существенного выброса тепла предпочтительнее «грязной» технологии ее выработки и т. п.

ЭКСТЕНСИВНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ – природопользование, рост объемов которого достигается на базе традиционных форм эксплуатации ресурсов за счет расширения территорий без снижения удельных затрат энергии, топлива, материалов.

ЭКСТРЕМАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ – крайне (максимально или минимально) жесткие условия для существования организмов, т. е. условия, находящиеся на границах толерантности. Могут действовать в качестве стресса.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ – форма физического загрязнения окружающей среды, связанная с нарушением ее электромагнитных свойств (фона электромагнитного поля).

ЭЛЕКТРОФИЛЬТРЫ – вид пыле- и золоуловителей, действие которых основано на ионизации загрязняющих дымовые газы твердых частиц при пропускании их через электрическое поле между электродами с последующим осаждением механических примесей на одном из них.

ЭЛЕМЕНТ РАДИОАКТИВНЫЙ – химический элемент, все изотопы которого обладают неустойчивыми атомными ядрами, превращающимися в ядра др. элементов, что сопровождается испусканием ядерных излучений. Известно четыре типа радиоактивности: альфа-распад, бета-распад, спонтанное деление атомных ядер и протонная радиоактивность. К Э. р. относятся технеций, прометий, полоний и все следующие за ним элементы в Периодической системе Д. И. Менделеева. Существенное значение в загрязнении среды имеют радиоактивные газы (криптон, ксенон; радон, накапливающийся в жилых помещениях).

ЭМИССИЯ: 1) выброс в окружающую среду газообразных отходов и (или) тепла; 2) испускание фотонов, электронов, ионов и др. частиц нагретыми телами или телами, на которые воздействуют внешние электрические и электромагнитные поля или потоки быстрых частиц.

ЭРОЗИЯ ПОЧВ (от лат. *erosio* – разъедание) – механическое разрушение водой и ветром верхнего слоя почвы, смыв или развеивание его частиц, их перенос и отложение в новых местах. Эрозия может быть водной и ветровой. Водная эрозия легко проявляется там, где растительный покров разрушен (особенно весной и осенью), рельеф местности волнистый, подстилающие грунты характеризуются легким механическим составом, осадки носят ливневый характер, а весеннее снеготаяние протекает бурно. Ветровая эрозия проявляется в степях на участках с распыленными бесструктурными почвами с утраченным растительным покровом. Эрозия протекает здесь уже при скорости ветра 5 – 6 м/с, а при скорости до 35 м/с возникают пыльные бури. Только в России ущерб народному хозяйству, наносимый эрозией, превышает 6 млрд. руб. в год. При этом уменьшается площадь пашни, снижается плодородие почвы, заиляются реки, каналы, водохранилища, родники. Меры борьбы: почвозащитные севообороты, лесомелиорация, применение твердых мелиорантов, безотвальная обработка почвы, террасирование склонов, снегозадержание, оврагоукрепительные работы и др.

ЭТАЛОНЫ ПРИРОДЫ – участок пространства (поверхностные слои литосферы, территория и акватория), отражающий состояние природы, принимаемое за естественное. Отличают собственно естественное, «девственное», доантропогенное состояние природы, т.е. в фазе экологического климакса, условно развивающегося в рамках чисто природно-эволюционной (вековой) динамики, и природно-техногенное состояние природы, сложившееся в ходе исторического взаимодействия природы и общества. Последнее разделяют на «природу вчерашнего дня», находящуюся в состоянии экологического равновесия, бывшего в период исторически далекого прошлого, длительно существовавшего относительно щадящего природно-техногенного режима (напр., кочевого скотоводства в степях; постоянно опромышляемого охотниками, но не подвергающегося рубкам леса и т. п.), и хозяйственно-естественного состояния (параклимакса, узлового сообщества), которое предшествовало рассматриваемому моменту времени (напр., лес, подвергавшийся выборочным рубкам в течение длительного времени, типа бывших монастырских лесов Валаама; леса Мордовского или Воронежского заповедников). В связи с глобальным воздействием человечества на природу земли фактически изначально эволюционно-естественных Э. п. не существует, но близкие к ним сохранились (Антарктида, внутренняя Гренландия, очень слабо населенные тропические леса, девственная тайга и т. п. участки).

ЭТНОЭКОСИСТЕМА – комплекс всех социально-экономических и экологических факторов в совокупности с народом, на который эти факторы воздействуют; составляет динамическую систему: территориально ограниченный комплекс элементов среды, окружающей человека, на который он оказывает влияние и который влияет на него.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ – эколого-социально-экономическая прибыль (в экономических и внеэкономических показателях), получаемая в результате сохранения и рационального использования природных ресурсов и естественных условий. Э. о. п. определяется не просто в конкретном месте, а как системный показатель, т. к. может проявиться в соседнем регионе. Напр., лесная полоса увеличивает урожай, но сама по себе может давать меньший экономический эффект, чем бывший на ее месте участок поля, однако в целом от совокупности «полоса – поле» получается больший эффект, чем был на суммарном участке до создания лесной полосы. В понимании Э. о. п. и окружающей человека среды важен фактор времени. Эффективность в настоящее время еще не означает автоматического решения проблем в будущем. В связи с этим Э. о. п. должна рассматриваться и как перспективный, прогнозный показатель.

ЭФФЕКТ СИНЕРГИЗМА заключается в формировании в природных условиях значительно более вредных и токсичных веществ, чем те, что выбрасываются предприятиями. Например, такие выбрасываемые вещества, как SO_2 , NO_2 , CH_4 и др. в атмосфере под влиянием солнечного излучения могут формировать SO_3 , озон: $2\text{NO}_2 + \text{O}_2 = \text{N}_2 + 2\text{O}_3$, перекиси, кислоты, альдегиды. В условиях НМУ формируется смог лондонского (черный) или лос-анжелесского типа (белый,

сизый). В декабре 1952г.в Лондоне во время смога за неделю погибло около 4000 человек.

ЭФФЕКТ СУММАЦИИ ДЕЙСТВИЯ: Атмосферный воздух одновременно может загрязняться несколькими веществами. Концентрация каждого из этих веществ может быть меньше предельно допустимой, но совместное их присутствие вызывает такой же эффект, как если бы их содержание было больше ПДК. Таким эффектом обладают следующие сочетания вредных веществ: ацетон – фенол; сернистый газ – сероводород; ацетальдегид – винилацетат; озон – двуокись азота – формальдегид; сернистый газ – фенол; сернистый газ – двуокись азота; фурфурол – метанол – этанол; серный и сернистый ангидрид – аммиак – окислы азота; сернистый газ – фториды; сильные кислоты (серная, соляная, азотная). При совместном содержании в воздухе веществ, обладающих эффектом суммации действия, должно соблюдаться условие:

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + K + \frac{C_n}{ПДК_n} \leq 1, \text{ где } C_1, C_2, C_n - \text{практические концентрации вредных}$$

веществ в атмосферном воздухе; ПДК1, ПДК2, ПДКn – предельно допустимые концентрации этих вредных веществ в атмосферном воздухе (СанПиН – 96). Если при расчете сумма будет больше единицы, то пылегазовые выбросы подлежат очистке в обязательном порядке, как и в тех случаях, когда в составе выбросов содержатся вещества, концентрации которых превышают ПДК.

Ю

ЮНЕП – см. *Программа ООН по окружающей человека среде.*

ЮНЕСКО (Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры – UNESCO – United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization) – межправительственная организация, образованная в 1946 г. как специализированное учреждение ООН, содействующее укреплению мира и безопасности, способствующее сотрудничеству народов путем распространения образования, науки и культуры. Выпускает несколько десятков периодических и непериодических изданий на многих языках мира, в том числе по проблеме природопользования и охраны природы ежеквартальный журнал «Природа и ресурсы». Штаб-квартира ЮНЕСКО находится в Париже. Большое значение ЮНЕСКО придает работе в области сохранения природных ресурсов, охраны окружающей среды. Для осуществления работ в этих направлениях осуществляются международные программы: *Человек и биосфера, Международная гидрологическая программа и Международная программа геологической корреляции.*

Я

ЯВЛЕНИЕ АНТРОПОГЕННОЕ (АНТРОПИЧЕСКОЕ) – вызванное хозяйственной деятельностью человека или его поведением (напр., выпугивание птиц, шум у норы зверя и пр.). Лингвистически правильнее «явление антропическое», так как дословно «антропогенный» означает не только «порожденный человеком», но и «рождающий человека».

ЯВЛЕНИЕ ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННОЕ – вызванное суммарным воздействием человека и природных факторов. Человеческая деятельность м. б. пусковым механизмом природного явления. Напр., т. наз. наведенные, или

«рукотворные» землетрясения, обусловленные дополнительным давлением на земную кору наполненного водохранилища, представляют собой природные явления, первоначальная причина которых – деятельность человека.

ЯВЛЕНИЕ СТИХИЙНОЕ – любое природное явление (нередко подразумевается – разрушительное; в этом случае применяется термин стихийное бедствие) обычно значительной выраженности – от смены дня и ночи до тайфуна или засухи.

ЯД ПРОМЫШЕННЫЙ – любое ядовитое вещество, выбрасываемое промышленным предприятием или образующееся в результате взаимодействия веществ (вторичного загрязнения), выброшенных этим предприятием (в воздушной, водной среде, почве).

ЯДОХИМИКАТ – химическое вещество, используемое для борьбы с нежелательными в хозяйственном или медицинском отношении организмами. В последнее время чаще используется термин пестицид (гербицид, инсектицид и т. п.).

ЯДРО КОНДЕНСАЦИИ – частица твердого вещества, служащая центром, вокруг которого образуется капелька тумана, нередко токсичного. Множественные Я. к. особенно важны при образовании *смога* (*лондонского типа*).

ЯДРО КРИСТАЛИЗАЦИИ – твердые частицы в воде или в воздухе, включая мелкие кристаллики льда, вокруг которых происходит вторичная кристаллизация льда (в некоторых случаях др. веществ, иногда токсичных). Я. к. усиливают *ледяной смог*.

ЯМА ОТСТОЙНАЯ – место (бассейн или резервуар) сосредоточения и первичной очистки (в процессе отстаивания) сточных вод. В некоторых случаях в Я. о. образуется микрофлора, разлагающая загрязнитель (напр., мыло), и фильтрующаяся через стенки Я. о. вода оказывается малотоксичной.

Составитель словаря Аркадий Яковлевич Гаев
При участии А. Зубрицкого и И.И. Минькевич

Список использованных источников

Основные учебные пособия, монографии

1. Аксенов И.Я., Аксенов В.И. Транспорт и охрана окружающей среды. М.: Транспорт, 1986. 176с.
2. Алексеенко В.А. Экологическая геохимия: Учебник. М.: Логос, 2000. 627 с.
3. Безотходные технологии промышленности/ Б.М. Ласкорин, В.В. Громов, А.П. Цыганков, В.Н. Сенин. М.: Стройиздат, 1986. 160 с.
4. Бочаров В.Л., Згшюков Ю.М., Смопшицкий Л.А. Мониторинг природно-технических экосистем. Воронеж: Истоки, 2000. 226 с.
5. Быков В.Н. Экология недропользования: Учебное пособие. В 2 кн./ Перм. гос. ун-т, Перм. гос. техн. ун-т. Пермь, 2000. Кн. 1 - 186 с. Кн. 2 - 186 с.
6. Гаев А.Я. Охрана окружающей среды, или введение в геоэкологию: Учеб. Пособие для студ. Естеств. И техн. спец./Перм. ун-т.- Пермь, 2001. – 244 с.
7. Гаев А.Я., Наричная В.Е., Забылин М.И. Экологические основы строительного производства. Свердловск: Изд-во Уральского ун-та, 1990. 180 с.
8. Егоренков Л.И. Геоэкология / МГПУ. М., 1993. 230 с.
9. Ёлкин К.М. Строителю об охране окружающей природной среды. М.: Стройиздат, 1986. 136с.
10. Коганзон М.С., Яковлев Ю.М. Работоспособность дорожных одежд нежесткого типа: Учеб. пособие. – М.: МАДИ, 1985.
11. Никитин Д.П., Новиков Ю.В. Окружающая среда и человек. Учеб. пособие для не биолог, спец. вузов / 2-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 1986. 415с.
12. Основы геоэкологии: Учебник для вузов. С.-Пб.: Изд-во С.-Пб. гос. ун-та, 1994. 351 с.
13. Охрана окружающей среды: Учеб. для горно-геол. вузов / С.А. Брылов, Л.Г. Грабчик, В.И. Комащенко и др.; Под ред. С.А. Брылова, К. Штропки. М.: Высш. шк., 1985. 272 с.
14. Ревель П., Ревель Ч. Среда нашего обитания. В 4 кн. М.: Мир, 1995.
15. Сиденко В.М., Михович С.И. Эксплуатация автомобильных дорог. М.: Транспорт, 1976.
16. Толстихин О. Н. Охрана природы. Введение в инженерную геоэкологию: Учеб. пособ. Якутск: Изд-во ЯГУ, 1990. Вып. 7. 64с.
17. Шубов И. Г. Шум и вибрации электрических машин. Л.: Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 1986. 205 с.

Справочная литература

18. Воробейник Е.Л., Садыков О.Ф., Фарафонов М.Г. Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем. Екатеринбург: УИФ, Наука, 1994. 280 с.
19. Горелик Д. О., Конопелька Л.А. Мониторинг загрязнения атмосферы и источников выбросов. Аэроаналитические измерения. М.: Изд-во стандартов, 1992. 432 с.
20. Динамический расчет зданий и сооружений: Справочник проектировщика. М.: Стройиздат, 1984. 303 с.

21. Защита от шума: Справочник проектировщика / Под ред. Е.Я. Юдина. М.: Стройиздат, 1974. 134 с.
22. Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов. В 6 кн. М.: Недра, 1994, (книги 1,2). М.: Экология, 1996 - 1997 (кн. 3, 6).
23. Краткий словарь по экологии и геоэкологии. Метод. пособие. / Сост. А.Я. Гаев при участии А. Зубрицкого и И.И. Минькевич. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 2001. 114 с.
24. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов в СССР: Статистический сб. М.: Финансы и статистика, 1989. 174 с.
25. Охрана окружающей среды: Справ, пособие. М.: Изд-во стандартов, 1991. 127с.
26. Охрана окружающей среды. Терминология: Справочное пособие. М.: Изд-во стандартов, 1991. Вып. 6. 128 с.
27. Реймерс Н. Ф. Охрана природы и окружающей человека среды: Словарь-справочник. М.: Просвещение, 1992. 317с.
28. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. М.: Мысль, 1990. 637с.
29. Районная планировка: Справочник проектировщика / В.В. Владимиров, Н.И. Наймарк, Г.В. Субботин и др. М.: Стройиздат, 1986. 325 с.
30. Справочник по предельно допустимым концентрациям химических веществ в окружающей среде. Изд. 2-е. Л.: Химия, 1985. 528 с.
31. Четырехязычный энциклопедический словарь терминов по физической географии. - М.: Сов. энциклопедия, 1980. 703 с.
32. Экологический словарь/Авторы-составители: С. Делятицкий, И. Зайонц, Л. Чертков, В. Экзарьян.: М. Конкорд ЛТД - Экопром. 1993. 202 с.
- Нормативно-методические издания
33. Временные методические рекомендации по контролю загрязнения почв. М.: Гидрометеиздат, 1988. 128 с.
34. Временные методические указания по организации и проведению наблюдений за загрязнением рек стоками, отводимыми с сельскохозяйственных угодий, и оценка выноса солей, удобрений и пестицидов. Л.: Гидрометеиздат, 1981. 41 с.
35. Временные положения многозональной аэрофотосъемки и применения ее материалов. М.: ПГО Аэрогеология, 1989.
36. ГОСТ 17.0.0.02-79. Охрана природы. Метрологическое обеспечение контроля загрязненности атмосферы, поверхностных вод и почвы. Основные понятия. М.: Изд-во стандартов, 1979 – 6 с.
37. ГОСТ 17.2.3.01-86. Охрана природы. Атмосфера. Правила контроля качества воздуха населённых пунктов. М.: Изд-во стандартов 1987 - 5 с.
38. ГОСТ 17.2.02-76. Охрана природы. Атмосфера. Выброс вредных веществ автомобилями, тракторами и двигателями. Термины и определения. М.: Изд-во стандартов, 1976 – 4 с.

- 39.ГОСТы 2874-82, 2761-84, ГОСТы 3351- 74; 4192-82; 4011-72; 4151-72; 18826-73; 4389-72; 18164-72; 4245-72; 18165-81; 18294-81; 4974-72; 4388-72; 18308-72; 4152-81; 18293-72; 23950-80; 24481-80; 18921-73; 18963-73; 180309-72; 4386-81. Вода питьевая: [Сборник]. М.: Изд-во стандартов, 1984 – 22с.
- 40.ГОСТ 27384-87. Вода. Нормы погрешностей и измерений показателей состава и свойств. М.: Изд-во стандартов, 1987 – 8с.
- 41.ГОСТ 17.1.3.05-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных и подземных вод от загрязнения нефтью и нефтепродуктами. М.: Изд-во стандартов, 1982 – 4с.
- 42.ГОСТ 17.1.3.13-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнения. М.: Изд-во стандартов, 1986 – 4с.
- 43.ГОСТ 17.8.1.01-80. Охрана природы. Ландшафты. Термины и определения. М.: Изд-во стандартов, 1980 – 5с.
- 44.ГОСТ 25100-82. Грунты. Классификация. М.: Изд-во стандартов, 1982 – 6с.
- 45.ГОСТ 20.522-96. Грунты. Методы статистической обработки результатов испытаний. М.: Изд-во стандартов, 1996– 8с.
- 46.ГОСТ 17.4.1.02-83. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнений. М.: Изд-во стандартов, 1983 – 5с.
- 47.ГОСТ 17.04.4.02-84. Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа. М.: Изд-во стандартов, 1984 – 12с.
- 48.ГОСТ 17.4.2.01-81. Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния. М.: Изд-во стандартов, 1982 – 5с.
- 49.ГОСТ 17.4.3.03-85. Охрана природы. Почвы. Общие требования к методам определения загрязняющих веществ. ГОСТ 17.4.3.01-83. Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб. М.: Изд-во стандартов, 1987 – 4с.
- 50.ГОСТ 17.4.1.03-84. Охрана природы. Почвы. Требования и определения химического загрязнения. М.: Изд-во стандартов, 1984 – 9с.
- 51.ГОСТ 12.1.003-83. Системы стандартов безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности. М.: Изд-во стандартов, 1983 – 14с.
- 52.ГОСТ 12.1.012-78. Системы стандартов безопасности труда. Вибрационная безопасность. Общие требования безопасности. М.: Изд-во стандартов, 1978 – 11с.
- 53.Изменения и дополнения, которые вносятся в положение о государственном контроле за охраной атмосферного воздуха. Постановление Совета Министров СССР. 5 июля 1985 г. № 610. // Собр. постановлений правительства СССР. М., 1985. № 23. С. 415-419.
- 54.Инструкция о порядке рассмотрения, согласования и экспертизы воздухоохранительных мероприятий и выдачи разрешений на выбросы загрязняющих веществ в атмосферу по проектным решениям. ОИД 1-84. М.: Госкомгидрометиздат, 1984. 24 с.
- 55.Инструкция по расчету несущих конструкций промышленных зданий и сооружений на динамические нагрузки. М.: Стройиздат, 1970. 287 с.
- 56.Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86 / Под ред. М.Е. Берлянда, Н.К. Гасиловой, Е.Л. Гениховича и др. Л.: Гидрометеиздат, 1987.
- 57.Методические рекомендации по геохимической оценке состояния поверхностных вод / ИМГРЭ. М, 1985. 46 с.

- 58.Методические рекомендации по гигиенической оценке малых рек и санитарному контролю за мероприятиями по их охране в местах водопользования / Минздрав СССР. М., 1985.
- 59.Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве / Минздрав СССР. М., 1982. 63 с.
- 60.Методические указания по контролю загрязнения почв. М.: Гидрометеиздат, 1977. 64 с.
- 61.Методические указания по принципам организации системы наблюдений и контроля за качеством воды водоемов и водотоков на сети Госкомгидромета в рамках ОГСНК. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 39 с.
- 62.Нормы радиационной безопасности НРБ 76/87. Основные санитарные правила ОСП 72/87. М.: Энергоатомиздат, 1988. 156 с.
- 63.Пособие по оценке воздействия на окружающую среду. К временной инструкции "О порядке проведения оценки воздействия на окружающую среду" / Госкомприроды СССР. М., 1991. 334 с.
- 64.Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых мест, № 3086-84 от 27.08.84. Дополнение №1 к списку № 3285-85 от 08.05.85. Дополнение №2 к списку 4256-87 от 03.02.87.
- 65.Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве (ПДК). Список №42546-82 от 30.04.82, № 3210 от 01.02.85. Санитарные правила и нормы, № 128-4275-87, М., 1985.
- 66.Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. М., 1983. 2932-83 от 24.10.83.
- 67.Регулирование выбросов при неблагоприятных метеорологических условиях: Метод, указания / Б.Б. Горошко, А.П. Быков, Л.Р. Сонькин и др.; ГГО им. А.И. Воейкова; ЗапсибНИИ. Новосибирск, 1986. 57 с.
- 68.Рекомендации по оформлению и содержанию проекта нормативов предельно допустимых выбросов в атмосферу (ПДВ) для предприятий / А.П. Быков, Н.С. Буренин, Р.И. Оникул и др.; ГГО им. А.И. Воейкова; ЗапсибНИИ. Новосибирск, 1987. 42 с.
- 69.Рекомендации по охране окружающей среды в районной планировке. М.: Стройиздат, 1986. 159 с.
- 70.Рекомендации по составлению сводного тома "Охрана атмосферы и предельно допустимые выбросы (ПДВ) города (населенного пункта)" и его макет / ЗапсибНИИ и др. Новосибирск, 1988. 43 с.
- 71.Руководство по проектированию санитарно-защитных зон промышленных предприятий. М.: Стройиздат, 1984. 38с.
- 72.Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 540 с.
- 73.Санитарные правила и нормы 2.1.4. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения СанПиН 2.1.4.027-95.

74. Санитарные правила и нормы 2.1.4. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников СанПиН 2.1.4.544-96. Министерство здравоохранения РФ, М., 1996.
75. Санитарные правила и нормы 2.1.4. Питьевая вода и водоснабжение населенных мест. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. СанПиН 2.1.4.559-96 Министерство здравоохранения РФ, М., 1996.
76. Санитарные правила и нормы 2.1.6. Атмосферный воздух и воздух закрытых помещений, санитарная охрана воздуха. Гигиенические требования к охране атмосферного воздуха населенных мест. СанПиН 2.1.6.575-96. Министерство здравоохранения РФ, М., 1996.
77. Санитарные правила и нормы 2.2.4. Физические факторы производственной среды 2.1.8. физические факторы окружающей среды электромагнитные излучения радиочастотного диапазона (ЭМИ РЧ) radiofrequency electromagnetic radiation (RF EMR) under occupational and living conditions СанПиН 2.2.4/2.1.8.055-96 Министерство здравоохранения РФ.
78. Санитарные правила и нормы Физические факторы производственной среды 2.1.8. физические факторы окружающей природной среды. Гигиенические требования при работах с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения. СанПиН 2.2.4.72.1.8.582-96 Министерство здравоохранения РФ, М., 1996.
79. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения. СанПиН 4630-88. Министерство здравоохранения СССР, М., 1988.
80. Санитарные нормы предельно допустимого содержания вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. М., 1986. СанПиН №42-121-4130-86 от 04.07.86. Министерство здравоохранения СССР, М., 1986.
81. Сборник законодательных, нормативных и методических документов для экспертизы воздухоохраных мероприятий / Сост. Р.Н. Кузнецов и др. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 319с.
82. Сборник методик по определению концентраций загрязняющих веществ в промышленных выбросах. М.: Гидрометеиздат, Моск. отд-ние, 1984. Ч. 1. 101с.
83. Сборник методик по расчету выбросов в атмосферу загрязняющих веществ различными производствами. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 183 с.
84. Сборник отраслевых методик измерений концентраций загрязняющих веществ в промышленных выбросах. М.: Гидрометеиздат, Моск. отд-ние, 1985. 4.2. 180с.
85. СН 245-71. Санитарные нормы проектирования промышленных предприятий. Введ. 01.04.72. М.: Стройиздат, 1972. 96 с. Министерство здравоохранения СССР.
86. СН 369-74. Указания по расчету рассеивания в атмосфере вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. Введ. 01.01.75. М.: Стройиздат, 1975. 61 с.

- 87.Снижение шума в зданиях и жилых районах / Под ред. Г.Е. Юдина. М.: Стройиздат, 1987.558с.
- 88.СНиП 1.02.01-85. Инструкция о составе, порядке разработки, согласования и утверждения проектно-сметной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений. Введ. с 01.01.86. / Госком. по делам строительства. М., 1985. 99 с.
- 89.СНиП 2.07.01-89. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений / Госстрой СССР. М., 1991.
- 90.Типовая инструкция по организации системы контроля промышленных выбросов в атмосферу в отраслях промышленности / ГГО им. А.И. Воейкова. Л., 1986. 25 с.
- 91.Требования к геолого-экологическим исследованиям и картографированию масштаба 1:1000000 -1:500000, 1:200000 -1:100000, 1:50000 - 1:25000: В 3 кн. /МИНГЕО СССР, ВСЕГИНГЕО.М., 1990.

Дополнительная литература

- 92.Алёкин О.А. Руководство по химическому анализу вод суши. Л.: Гидрометеиздат, 1973. 270 с.
- 93.Алфёрова Л.А., Нечаев А.П. Замкнутые системы водоносного хозяйства промышленных предприятий, комплексов и районов. М.: Стройиздат, 1984.272с.
- 94.Арну М. Теоретические основы взаимодействия человека и геологической среды // Доклады 27-го Международного геол. конгр. Инженерная геология. Секция С-17. Т. 17. М.: Наука, 1984. С. 3-7.
- 95.Афремов В.М. Плата за природные ресурсы в промышленности // Финансы СССР. 1983. №1. С. 33-37.
- 96.Балацкий О.Ф., Мельник Л.Г., Яковлев А.Ф. Экономика и качество окружающей среды. Л.: Гидрометеиздат, 1984. 64 с.
- 97.Безуглая Э.Ю. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 200 с.
- 99.Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 272 с.
- 100.Бируля А.К., Михович С.И. Работоспособность дорожных одежд. – М.: Транспорт, 1968.
- 101.Бочевер Ф.М., Лапшин И.Н., Орадовская Л.Б. Защита подземных вод от загрязнения. М.: Недра, 1979. 255 с.
- 102.Валуконис Г.Ю. Процессы метаморфизации состава подземных вод и их геологическая роль: Дис... д-ра, г.-м. наук. Л., 1987. 44 с.
- 103.Валяшко М.Г. Основные типы вод и их формирование // Докл. АН СССР, 1955.Т.102,№2. С.315-318.
- 104.Вернадский В.И. Биосфера. М.: Мысль, 1967. 376 с.
- 105.Вернадский В.И. История природных вод / ОНТИ. М., 1936. 562с.
- 106.Всеволожский В.А. Основы гидрогеологии: Учебник. М.: Изд-во МГУ, 1991.351 с.
107. Воронин С., Гущина И. Интенсификация и использования материальных ресурсов. // Вопросы экономики. 1985. №7. С.38-46.

108. Восстановление нефтезагрязненных почвенных экосистем: Сб. научн. трудов / Под ред. М.А. Глазовской. Серия "Современные проблемы биосферы". М.: Наука, 1988. 254 с.
109. Вторичные материальные ресурсы нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности (образование и использование): Справочник. М.: Экономика, 1984. 142 с.
110. Вторичные материальные ресурсы цветной металлургии: Лом и отходы (образование и использование): Справочник. М.: Экономика, 1984. 152 с.
111. Вторичные материальные ресурсы угольной промышленности (образование и использование): Справочник. М.: Экономика, 1984. 96 с.
112. Вторичные материальные ресурсы черной металлургии (образование и использование): Справочник. В 2-х т. М.: Экономика, 1986.
113. Вторжение в природную среду. Оценка воздействия (Основные положения и методы) / Под ред. А.Ю. Регеюма; Пер. с англ. Э.П. Романовой, Н.Б. Бараш. М.: Прогресс, 1983. 192 с.
114. Гаев А.Я. Гидрогеохимия Урала и вопросы охраны подземных вод. Свердловск: Изд-во Урал, ун-та, 1989. 368 с.
115. Гаев А.Я. Об эколого-геологических науках и их месте в естествознании. // Вестник Перм. ун-та, вып. 3. Геология. — Пермь, 1999. — С. 257 – 270.
116. Гаев А.Я., Карпов Г.Н. Эколого-геологические проблемы (в связи с освоением литосферного строительного пространства): Учебное пособие: Оренбург: Изд-во Оренб. ун-та, 1998. 136 с.
117. Гаев А.Я., Самарина В.С., Нестеренко Ю.М. О теоретических основах гидрогеоэкологии // Гидрогеология и карстоведение: Межвуз. сб. науч. тр. Пермь, 1997. Вып. 12. С.48-64.
118. Гаев А.Я., Самарина В. С. Наши следы в природе. М.: Недра, 1990. 102 с.
119. Гаев А.Я., Щугорев В.Д., Бутолин А.П. Подземные резервуары: Условия строительства, освоения и технология эксплуатации. Л.: Недра, 1986. 223с.
120. Гаев А.Я., Якшина Т.Н. Техногенез и формирование геологической среды на примере объектов Гайского ГОКа. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1996. 200с.
121. Глазовская М.А. Геохимия природных и техногенных ландшафтов СССР. М.: Высш. шк., 1988. 327с.
122. Глазовская М.А. Биогеохимическая организованность экологического пространства в природных и антропогенных ландшафтах, как критерий их устойчивости. /Изв. РАН. Сер. Географическая, 1992. - № 5. С. 5-12.
123. Голодковская Г.А., Елисеев Ю.Б. Геологическая среда промышленных регионов. М.: Недра, 1989. 220 с.
124. Гольдберг В.М. Взаимосвязь загрязнения подземных вод и природной среды. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 247 с.
125. Горельшева Л.А. Органоминеральные смеси в дорожном строительстве. Автомобильные дороги: Обзорная Информация. Информавтодор, М., 2000. Вып. 3.
126. Гридин В.И. Геологическое дешифрирование материалов дистанционного зондирования / МИНГ им. И.М. Губкина. М., 1988. 88 с.

127. Гусев А.А. Экономические проблемы безотходных производств. // Известия АН СССР. Сер. экономическая. 1985. № 5. С. 53-63.
128. Диментберг Ф.М., Фролов К.В. Вибрации в технике и человек. М.: Знание, 1987. 159с.
129. Доклад о мировом развитии. 2000/2001. М.: Весь мир, 2001.
130. Дуденков С.В., Пекес Г.С. Безотходные регионы – основа рационального использования ресурсов и охраны геологической среды: Семинар ЕЭК ООН по малоотходной технологии, 15-19 октября 1984. Ташкент, 1984.
131. Жигалин А.Д. Классификация источников и типов техногенного воздействия на геологическую среду. - Деп. в ВИНТИ, № 1871-85.
132. Зеегофер Ю.О., Батурина И.В., Лушникова Н.П. Ретроспективный анализ состояния геологической среды // Инж. Геология. 1987. № 2. С. 13-22.
133. Зекцер И. С. Естественные ресурсы пресных и солоноватых подземных вод // Гидрогеология Европы. В 2-х т. М.: Недра, 1988.
134. Зилинг Д. Г. Оценка региональных изменений геологической среды платформенных территорий, вызываемых деятельностью горнодобывающих предприятий // Инж. геология сегодня: теория, практика, проблемы / Под ред. Е.М.Сергеева, В.Т.Трофимова. М.: Изд-во МГУ, 1988. С. 269-281.
135. Зусман Л.Л. Утилизация вторичных материальных ресурсов. // Известия АН СССР. Сер. экономическая. 1985. № 3. С. 93-103.
136. Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. 2-е изд. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 560 с.
137. Израэль Ю.А., Гасшина Н.К., Ровинский Ф.Я. Осуществление в СССР системы мониторинга загрязнения природной среды. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 115с.
138. Итоги науки и техники. Охрана природы и воспроизводство природных ресурсов. М.: ВИНТИ, 1980, Т. 7; 1981, Т. 9, 10; 1983, Т. 11, 13; 1984, Т. 15; 1987, Т. 17, 18.
139. Кирюхин В.А., Коротков А.И., Шварцев С.Л. Гидрогеохимия: Учебник для вузов. М.: Недра, 1993. 384 с.
140. Ковальский В. В. Геохимическая экология: Очерки. М.: Наука, 1974. 299 с.
141. Ковда В.А. Биохимические циклы в природе и их нарушение человеком // Биогеохимические циклы в биосфере. М., 1976.
142. Коганзон М.С., Аблакулов А. Экспериментальное исследование прочности и ровности нежесткой дорожной одежды: Сб. науч. Тр. МАДИ. – М., 1984. С. 16 – 22.
143. Комплексное использование сырья в промышленности / М.И. Швецов, А.Я. Гаев, И.И. Греков и др. Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 1986. 103 с.
144. Котлов В. Ф., Юдина Р.Н. Концептуальное моделирование геологической среды на основе системных представлений // Инж. Геология. 1991. № 1. С. 132-143.
145. Котлов В. Ф., Братнина И.А., Сипягина И.К. Город и геологические процессы. М.: Недра, 1967. 228 с.
146. Крайнев С.Р., Швецов ЕМ. Геохимия подземных вод хозяйственно-питьевого назначения. М.: Недра, 1987. 237 с.

147. Ксинтарис В.Н., Рекитар Я.А. Использование вторичного сырья и отходов в производстве (отечественный и зарубежный опыт, эффективность и тенденции). М.: Экономика, 1983. 168 с.
148. Ласкорин Б.Н., Барский Л.А., Персиц В.З. Безотходная технология переработки минерального сырья. Системный анализ. М.: Недра, 1984. 334с.
149. Ломтадзе В.Д. Инженерно-геологические основы регионального использования геологической среды и ее охрана при разработке месторождений полезных ископаемых // Доклады 27-го Междунар. геол. конгресса. Инж. геология. Секция С-17. Т. 17. М.: Наука, 1984. С. 28-34.
150. Лушников Е.А. Геологическая деятельность рек Урала. Воронеж, 1974.
151. Максимович Г.А. Химическая география вод Суши. М.: Географгиз, 1955. 328с.
152. Менделеев Д. И. Письма о заводах // Изб. произв. М.: Изд-во АН СССР, 1963.
153. Мироненко В.А., Румынии В.Г. Проблемы гидрогеоэкологии: Монография. В 3-х т. М.: Изд-во Моск. гос. горн. ун-та, 1998-1999.
154. Мониторинг трансграничного переноса загрязняющих воздух веществ / Ред. кол. Ю.А. Израэль и др. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 303 с.
155. Мониторинг фоновое загрязнение природной среды. Вып. 5. Л.: Гидрометеиздат, 1989.
156. Москва: Геология и город/Гл. ред. В.И. Осипов, О.П. Медведев. М.: АО "Московские учебники и картолитография", 1997. 400 с.
157. Непрерывные изменения прогиба нежестких дорожных одежд под подвижными нагрузками./ В.М. Сиденко, М.Д. Аленич, Е.В. Иваница и др. --// Автомобильные дороги, 1985, № 2. С. 6-7.
158. Орнатский И.П. Автомобильные дороги и охрана природы. М.: Транспорт, 1982. 176 с.
159. Осипов В.И. Геоэкология: понятия, задачи, приоритеты.// Геоэкология, 1997. № 1. С.3-12.
160. Основы гидрогеологии. Т. 6 - Использование и охрана подземных вод / Под ред. Н.А. Маринова и Е.В. Пиннекера. Новосибирск: Наука, 1983. 230с.
161. Охрана окружающей среды в городах: Сб. статей / Под ред. В.В. Мазинга. Тарту, 1985. 120 с.
162. Охрана окружающей среды при формировании групповых систем населенных мест: Сб. науч. тр. Центр науч. исслед. и проект, ин-та по градостроительству. / Под ред. Н.С. Краснощековой, С.В. Чистяковой; М., 1985. 102с.
163. Перельман А.И. Геохимия. М.: Высш. шк., 1979. 423 с.
164. Пиннекер Е.В. Экологические проблемы гидрогеологии. Новосибирск: Наука, 1999. 128 с.
165. Плотников Н.И. Введение в экологическую гидрогеологию / МГУ. М., 1998. 240 с.
166. Проблемы экологической геологии Урала / Под ред. А.Я. Гаева. 1991. Вып. 1; 1992. Вып. 2. Оренбург: Изд-во УрО РАН.
167. Рвачева Э.М. Устройство поверхностной обработки с использованием эмульсионно-минеральных смесей литой консистенции. Автомобильные дороги: Информ. сб./ Информавтодор. М., 2000. Вып. 4. С. 1-8.
168. Розанов В.Г. Основы учения об окружающей среде / МГУ. М., 1984. 372 с.

- 169.Самарина В.С., Гаев А.Я., Нестеренко Ю.М. и др. Техногенная метаморфизация природных вод (на примере эколого-гидрогеохимического картирования бассейна р. Урал, Оренбургская область). Екатеринбург: Изд-во УрО РАН, 1999. 444с.
170. Сергеев Е.М., Трофимов В. Т. Влияние человека на литосферу в процессе инженерно-хозяйственной деятельности // Теоретические основы инженерной геологии. Социально-экономические аспекты. / Под ред. Е.М. Сергеева. М: Недра, 1985. С. 14-27.
- 171.Синяков В.Н., Бражников О.Г., Кузнецова С.В. Инженерно-геоэкологическое обеспечение урбанизированных территорий: Учеб. пособие. Волгоград: ВолгГАСА, 2000. 67 с.
172. Теория и методология экологической геологии / Под ред. В.Т. Трофимова /МГУ. М, 1997.368с.
- 173.Техника защиты окружающей среды: Учеб. пос. для химико-технол. спец. / Н.С. Горшечников, А.И. Родионов, Н.В. Кельцев, В.Н. Клушин. М.: Химия, 1981. 318с.
- 174.Тютюнова Ф.И. Гидрогеохимия техногенеза. М.: Наука, 1987. 335 с.
175. Ферсман А. Е. Геохимия. ОНТИ. Л., 1934. 354 с.
176. Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов на рубеже третьего тысячелетия: Материалы международной научной конференции / Отв. ред. С.Л. Шварцев. Томск: Изд-во НТЛ, 2000. 662 с.
- 177.Химическая география вод и гидрогеохимия Пермской области / Г.А. Максимович, К.А. Горбунова, И.А. Печеркин и др. Пермь: Перм. кн. изд-во, 1967. 180с.
- 178.Химия окружающей среды/Под ред. Дж. Бокриса. М.: Химия, 1982.667 с.
- 179.Черкинскш С. Н. Санитарные условия спуска сточных вод в водоемы. 5-е изд. М.: Стройиздат, 1977. 224 с.
- 180.Черняев А.М. Управление водными ресурсами в агропромышленном регионе. Л.: Гидрометиздат, 1987. 248 с.
- 181.Шварц С.С. Проблемы экологии человека//Вопросы философии. 1974. № 9. С. 7-21.
- 182.Энгельс Ф. Диалектика природы // Маркс К., Энгельс Ф. Соч. 2-е изд. М., Т.20. С. 495-496.
183. Чибилев А.А. Экологическая оптимизация степных ландшафтов. Свердловск: Изд-во УрО РАН, 1992. 172 с.
- 184.Экологические проблемы гидрогеологии / Под ред. В.А. Кирюхина; Горный институт. С.-Пб., 1999.
- 185.Якубовский Ю. Автомобильный транспорт и защита окружающей среды. М.: Транспорт, 1979. 200 с.
- 186.Яншин А.Л. Человек как объект экологии // Вестник АН СССР. 1991. № 6. С. 98-107.
- 187.Мапп R.E. Global Environmental Monitoring System (GEMS). Action Plan for Phase GSCOPE. Rep. 3. Toronto,1973. 130p.