***4.2. Источники и виды антропогенного загрязнения гидросферы***

**Загрязнение водоемов в связи с их использованием**

Интенсивное использование водных ресурсов влечет за собой резкое изменение их качественных параметров в результате сброса в воду самых разнообразных загрязнителей антропогенного происхождения, а их естественные экосистемы разрушаются. Вода теряет способность к самоочищению.

Самоочищение в гидросфере связано с круговоротом веществ. В водоемах оно обеспечивается совокупной деятельностью населяющих их организмов. Поэтому одна из важнейших задач рационального водопользования состоит в том, чтобы поддержать эту способность. Факторы самоочищения водоемов многочисленны и разнообразны, условно их можно разделить на три группы: *физические, химические и биологические.*

Среди физических факторов, обусловливающих самоочищение водоемов, первостепенное значение имеют разбавление, растворение и перемешивание поступающих загрязнителей. Интенсивное течение реки обеспечивает хорошее перемешивание и снижение концентрации взвешенных частиц; в озерах, водохранилищах, прудах действие физических факторов ослабевает. Оседание в воде нерастворимых осадков, а также отстаивание загрязненных вод способствует самоочищению водоемов. Важным фактором самоочищения является ультрафиолетовое излучение солнца. Под влиянием этого излучения происходит обеззараживание воды.

В процессе водоотведения — совокупности санитарных мероприятий и технических устройств — обеспечивается удаление сточных вод за пределы городов и других населенных мест или промышленных предприятий. Осуществляется водоотведение с помощью ливневой, промышленной и бытовой (внутренней и наружной) канализации.

Процессы интенсификации использования водных ресурсов, рост объема сточных вод, отводимых в водные объекты, тесно взаимосвязаны. При увеличении водопотребления и водоотведения главная опасность заключается в ухудшении качества воды. Более половины стоков, сбрасываемых в поверхностные водоемы земного шара, не проходят даже предварительной очистки. Для сохранения самоочищающей способности воды небходимо более чем десятикратное разбавление стоков чистой водой. Согласно расчетам, на обеззараживание сточных вод в настоящее время расходуется 1/7 часть мировых ресурсов речного стока. Если сброс сточных вод будет возрастать, то в ближайшее десятилетие для этой цели потребуется расходовать все мировые ресурсы речного стока.

Основными источниками загрязнения являются сточные воды промышленных и коммунальных предприятий, крупных животноводческих комплексов и ферм, ливневые стоки в городах и смыв дождевыми потоками ядохимикатов и удобрений с полей. Сточные воды промышленных предприятий образуются на различных стадиях технологических процессов.

С нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленностью, транспортировкой нефти и нефтепродуктов связано рас­пространение в водоемах самых стойких загрязнителей — нефтяных масел. Каждая тонна нефти, растекаясь по водной поверхности, образует пленку из легких масел на площади до 12 км2, затрудняющую газообмен с атмосферой. Средние фракции нефти, смешиваясь с водой, образуют ядовитую эмульсию, оседающую на жабрах рыб. Тяжелые масла — мазут — оседают на дно водоемов, вызывая токсические отравления фауны, гибель рыб. Основными факторами воздействия теплоэнергетики на гидросферу являются выбросы теплоты, следствиями которых могут быть: постоянное повышение температуры в водоемах, зарастание водоемов водорослями, нарушение кислородного баланса, что создает угрозу для жизни обитателей рек и озер.

Велико воздействие на окружающую среду гидроэлектростанций, которое проявляется как в период строительства, так и эксплуатации. Сооружение плотины приводит к значительному затоплению прилегающих территорий, изменению гидрологического и биологического режимов рек. На мелководье водохранилищ широко распространено "цветение" воды — результат нашествия сине-зеленых водорослей. Отмирая, водоросли в процессе разложения выделяют фенол и другие ядовитые вещества. Рыбы покидают такие водоемы, вода в них делается непригодной для питья и даже для купания.

Опасными загрязнителями водоемов являются сточные воды целлюлозно-бумажной промышленности. Они содержат органические вещества, которые в процессе окисления поглощают кислород, вызывают массовую гибель рыбы, придают воде неприятный вкус и запах.

Отходы химических и нефтехимических производств, горнодобывающей промышленности засоряют воду солями и растворами. Особенно опасны соединения ртути, цинка, свинца, мышьяка, молибдена и других тяжелых металлов, вызывающих чрезвычайно опасные заболевания людей и способных накапливаться в организмах обитателей рек, озер, морей и океанов.

Машиностроительный комплекс также является потенциальным загрязнителем поверхностных водоисточников (сточные воды, утечка жидких продуктов или полупродуктов и т.п.). Гальваническое производство — один из наиболее крупных источников образования сточных вод в машиностроении. Основными загрязнителями сточных вод в гальванических производствах являются ионы тяжелых металлов, неорганические кислоты и щелочи, цианиды, поверхностно-активные вещества. Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) и синтетические моющие средства (CMC) очень токсичны и устойчивы к процессам биологического разложения. СПАВ и CMC — попадают в водоемы также с отходами текстильной, меховой, кожевенной промышленности, с бытовыми и коммунальными сточными водами.

Сельскохозяйственное производство во многих регионах мирз влечет загрязнение поверхностных водоемов. Ядовитые вещества попадают в водоемы в виде пестицидов, используемых для борьбы *с* вредителями и болезнями сельскохозяйственных культур. Предполагают, что от действия пестицидов сократилось поголовье тюленей в Балтике, запасы промысловой рыбы в Атлантике.

Значительную опасность для водоемов представляют смываемые с сельскохозяйственных полей нитраты, фосфаты и калийные удобрения. Сточные воды крупных животноводческих комплексов отличаются высокой концентрацией растворенных и нерастворенных загрязняющих веществ. Например, из свиноводческого комплекса на 116тыс. свиней в год сбрасывается ежесуточно 5 тыс. м3 высококонцентрированных сточных вод. Попадая в реки, а затем в озера или водохранилища, эти биогенные соединения накапливаются там до токсичных уровней.

Опасным загрязнителем являются бытовые сточные воды и бытовой мусор, которые содержат 30—40 % органических веществ. Во время сброса и прохождения материала сквозь столб воды часть загрязняющих веществ переходит в раствор, изменяя качество воды, другая сорбируется частицами взвеси и переходит в отложения. Присутствие большого количества органических веществ создает в грунтах устойчивую среду, в которой возникает особый тип иловых вод, содержащих сероводород, аммиак, ионы металлов.

Особую угрозу жизни водоемов и здоровью людей представляют радиоактивные загрязнения. Захоронение жидких и твердых радиоактивных отходов осуществлялось в морях и океанах многими странами, имеющими атомный флот и атомную промышленность. Накопление сброшенных в море радиоактивных отходов, а также аварии атомных судов и подводных лодок представляют опасность не только для нынешнего, но и для будущих поколений.

При аварии на Чернобыльской АЭС радиоактивные продукты попадали в водоемы из воздуха и со стоками с загрязненной местности в бассейн реки Днепр на территории Беларуси, России. Украины. В связи с этим наблюдалось кратковременное превышение установленных норм загрязнения воды в Припяти. Во всем каскаде водохранилищ Днепра содержание радиоактивных веществ постепенно снижалось вниз по течению. Оценка загрязнения донных отложений водохранилищ Днепра, проведенная в мае 1986 г., выявила наиболее загрязненные донные группы в Киевском водохранилище на участке, прилегающем к Устью Припяти. В южной части Киевского, а также в Каневском водохранилище это загрязнение убывает в десятки и сотни раз. Ещё более низкие концентрации радионуклидов наблюдались в водах Черного моря (в зоне впадения Днепра).

Система контроля за содержанием радионуклидов в повер­хностных водах основных рек Беларуси показала, что сразу после аварии на ЧАЭС концентрация стронция-90 в низовьях Припяти превышала допустимую норму, но уже в мае 1986 г. она стабилизировалась в пределах нормы. Последующий постоянный контроль за содержанием радионуклидов стронция-90 и це-зия-137 отмечает, что их концентрация в водоемах значительно ниже показателя радиационно-допустимых уровней для питьевой воды. Если в первые дни после аварии на ЧАЭС увеличение концентрации радионуклидов в воде было обусловлено их непосредственным выпадением, то в настоящее время уровни загрязнения водных систем определяются вторичными процессами: обменом с донными отложениями, смывом радионуклидов с поверхности водосбора рек, а также за счет талых и паводковых вод.

Одна из важнейших проблем, связанных с рациональным ведением водного хозяйства — сохранение требуемого качества воды во всех водных источниках. Однако большинство рек, протекающих в зонах крупных и средних промышленных центров, испытывают высокое антропогенное воздействие из-за поступления в них со сточными водами значительного количества загрязняющих веществ.

Годовой объем водоотведения в Беларуси за период 1990— 1999 гг. значительно снизился — с 2151 до 1315 млн. м3, что было обусловлено как проведением ряда водоохранных мероприятий, так и снижением потребности в воде на производстве. Самым мощным источником загрязнения водных объектов в стране являются бытовые стоки, на которые приходится 2/3 годового объема сточных вод, доля стоков производства составляет четвертую часть. Из общего количества сточных вод, сбрасываемых в поверхностные водоемы (1170 млн. м3 в 1999 г.), около 1/3 являются нормативно-чистыми (отводятся без очистки), 3/5 — нормативно очищенными и 1/20 часть — загрязненными. Неочищенные сточные воды нуждаются в многократном разбавлении чистой водой. Нормативно очищенные воды также содержат загрязнения, и для их разбавления на каждый 1 м3 требуется до 6—12 м3 свежей воды. В составе сточных вод в природные водные объекты за год сбрасывается до 0,5 тыс. т нефтепродуктов, 16—18 т органических веществ, 18—20 т взвешенных веществ и значительное количество других загрязняющих веществ.

Нагрузка на поверхностные воды обусловлена не только сбросом сточных вод: большое количество загрязняющих веществ поступает с талыми и ливневыми водами с городских территорий, сельскохозяйственных угодий и других источников загрязнения, не имеющих системы водоотведения и очистки.

В условиях тесной взаимосвязи поверхностных и подземных вод процессы загрязнения постепенно распространяются на все большие глубины. Загрязнение подземных вод вблизи ряда промышленных центров было зафиксировано на глубинах более 50-70 м (водозаборы в городах Брест, Гродно, Минск, Пинск и др.). Наиболее интенсивно подземные воды загрязняются в застроенных частях населенных пунктов, в районах очистных со­оружений, полей фильтрации, свалок, животноводческих ферм и комплексов, складов минеральных удобрений и ядохимикатов, горюче-смазочных материалов. В подземных водах нередко обнаруживаются повышенные концентрации нефтепродуктов, фенолов, тяжелых металлов и нитратов.

Для территории Беларуси весьма характерно нитратное загрязнение грунтовых вод и формирование вод нитратного типа. Проведенное обследование колодцев в сельской местности показало, что 75—80 % из них содержат свыше 10 мг/л нитратного азота, то есть выше установленного норматива ПДК. Это отмечается по всей территории страны, но наиболее высокие коэффициенты загрязнения нитратами в Минской, Брестской и Гомельской областях.

**Оценка состояния и нормирование качества воды**

В настоящее время в различных странах мира для оценки качества воды установлено более 100 показателей. При оценке степени загрязненности поверхностных вод учитываются: содержание плавающих примесей и взвешенных веществ, запах, привкус, окраска и температура воды, состав и концентрация минеральных примесей и растворенного в воде кислорода, состав ПДК ядовитых и вредных веществ, болезнетворных бактерий. В Беларуси используются нормативы ПДК более 400 вредных веществ в водоемах питьевого и культурно-бытового назначения, а также более 100 вредных веществ в водоемах рыбохозяйственного назначения.

Определение допустимого состава сточных вод проводится в зависимости от преобладающего вида примесей и с учетом характеристики водоема, в который сбрасывают сточные воды. Допустимая концентрация взвешенных веществ в очищенных сточных водах **** определяется по формуле

**** (7.1)

где **** — концентрация взвешенных веществ в водоеме до сброса в него сточных вод; ****— предельно допустимая концентрация взвешенных веществ в водоеме; **** — кратность разбавления сточных вод в воде водоема.

Концентрация каждого из растворенных вредных веществ в очищенных сточных водах (****) определяется по формуле

**** (7.2)

где **** — концентрация i-гo вещества в водоеме до сброса сточных вод; ****— максимально допустимая концентрация того же вещества с учетом максимальных концентраций и ПДК всех веществ, относящихся к одной группе вредности (вычисляется по отдельной формуле).

Разбавление сточных вод - это процесс уменьшения концентрации примесей в водоемах, вызванный перемешиванием сточных вод с водной средой, в которую они выпускаются. Интенсивность процесса разбавления качественно характеризуется кратностью разбавления:

**** (7.3)

где **** — концентрация загрязняющих веществ в выпускаемых сточных водах; ****и ****- концентрация загрязняющих веществ в водоеме до и после выпуска соответственно.

Загрязнение поверхностных и подземных вод наносит большой вред экологическим системам и материальный ущерб народному хозяйству. Такие воды становятся малопригодными или непригодными для различных видов хозяйственного потребления и использования в рекреационных целях, иногда — источником многих инфекционных заболеваний. В результате, по данным Всемирной организации здравоохранения, ежегодно заболевают около 500 млн. чел., а детская смертность достигает 5 млн. чел. в год. Материальный ущерб выражается также в снижении уловов рыбы, дополнительных затратах на водоснабжение населения и промышленных предприятий, строительство очистных сооружений.

Качество поверхностных вод Беларуси в настоящее время устанавливается также по индексу загрязнения вод (ИЗВ), которому соответствуют 7 классов разной степени загрязненности вод: от очень чистой (ИЗВ < 0,3) до чрезвычайно грязной (ИЗВ > 10). ИЗВ определяется как отношение 1/6 суммы средней концентрации к предельно допустимым концентрациям загрязняющих веществ:

* растворенного кислорода;
* азота аммонийного;
* азота нитритного;
* нефтепродуктов;
* фенолов;
* ВПК(биохимического потребления кислорода).

Подавляющая часть рек Беларуси относится к категории умеренно загрязненных (ИЗВ = 1—2), однако характер их загрязнения неодинаков. Наиболее загрязнены реки Свислочь (ИЗВ — 2,8), Березина у г. Светлогорска (2,1), Днепр у г. Речица (2,0), Муховец у г.п. Жабинка (2,0). К классу грязных отнесена р. Свислочь ниже выпуска сточных вод Минской станции аэрации (ИЗВ = 3,5). Река загрязнена органическими веществами, соединениями азота, фосфора, тяжелыми металлами, нефтепродуктами. Причиной такого состояния Свислочи является недостаточная эффективность очистки сточных вод на городских очистных сооружениях и малая разбавляющая способность самой реки.

**Основные направления охраны и рационального использования водных ресурсов**

Проблемы охраны и рационального использования водных ресурсов в Республике Беларусь решаются в значительной степени путем государственного регулирования, в первую очередь, через систему прогнозирования и планирования. Основная задача — поддержание водных ресурсов в пригодном для потребителя состоянии и их воспроизводство в целях полного удовлетворения нужд народного хозяйства и населения в воде.

Исходной базой прогнозирования и планирования использования водных ресурсов являются данные водного кадастра иучета расходования вод по системе водохозяйственных балансов, бассейновых (территориальных) схем комплексного использования и охраны вод, а также проекты перераспределения вод между водопотребителями по бассейнам рек. Водный кадастр — это систематизированный сбор сведений о водных ресурсах и качестве вод, а также о водопользователях и водопотребителях, объемах потребляемых ими вод.

Прогноз использования водных ресурсов основывается на расчете водохозяйственного баланса, который содержит ресурсную и расходную части. Ресурсная (приходная) часть водохозяйственного баланса учитывает все виды вод, которые могут быть потреблены (естественный сток, поступление из водохранилищ, подземные воды, объем возвратных вод). На начало 90-х годов приходная часть водохозяйственного баланса Республики Беларусь определялась в 23,7 км3, по прогнозу на 2010 г. она увеличится до 24,0 км3 за счет расширения забора подземных вод. В расходной части водохозяйственного баланса определяется потребность в воде по отраслям народного хозяйства с учетом сохранения в реках транзитного стока для обеспечения экологических требований, необходимого санитарно-гигиенического состояния водоемов. Результатом балансового расчета является Установление ожидаемого резерва или дефицита стока, объема, характера, а также сроков осуществления мероприятий, необходимых для обеспечения водой народного хозяйства в прогнозируемый период. При этом учитываются показатели, характеризующие сокращение забора свежей воды из поверхностных и подземных водных источников за счет совершенствования и внедрения безводных технологических процессов, развития систем повторно-последовательного использования воды, совер­шенствования схем водоснабжения и других аналогичных мероприятий.

Прогнозирование водопотребления на перспективный период основывается на расчетах водообеспечения населения, промышленности, сельского хозяйства и других отраслей экономики. Объем водопотребления на хозяйственно-питьевые и коммунальные нужды определяется численностью городского населения и нормами хозяйственно-питьевого водопотребления на одного жителя. На период до 2010 г. прогнозируется обеспечение всего населения Беларуси питьевой водой нормативного качества в соответствии с физиологическими нормами (не менее 400 л/сут. на человека). Потребности промышленности определяются на основе расчета объема производства и норм водопотребления. Для определения потребности в воде отдельных предприятий (объединений), установления лимитов отпуска воды используются индивидуальные нормы и нормативы. В прогнозируемый объем водопотребления на нужды сельскохозяйственного водоснабжения включается потребность в воде сельского населения, животноводства, хозяйственные нужды сельхозпредприятий и производств по переработке сельскохозяйственного сырья. В долгосрочных прогнозах объемы водопотребления рассчитываются по перспективным нормам, учитывающим совершенствование и внедрение безводных технологических процессов, нового оборудования, развитие оборотных и бессточных систем водоснабжения и другие достижения научно-технического прогресса в использовании природных ресурсов. В современных условиях водохозяйственные балансы основных бассейнов рек являются положительными. Водозабор на бытовые и хозяйственные цели не превышает в среднем 5—7 % от ежегодно возобновляемых ресурсов. Не ожидается существенного роста потребления воды и в ближайшие 10—15 лет, по прогнозам на 2010 г. оно составит 3—4 км3. Таким образом, для удовлетворения потребностей в воде собственных водных ресурсов (без учета транзитного стока) вполне достаточно, лишь в засушливые периоды маловодного года возможен дефицит воды в бассейнах рек Припяти, Западного Буга, Днепра.

Рациональное использование водных ресурсов связано с проведением различных организационных и технических мероприятий. Показателями рационального использования воды являются: отношение объема водоотведения к объему полученной свежей воды; кратность использования воды, то есть отношение валового водопотребления к объему потребления свежей воды; количество предприятий, прекращающих сброс неочищенных и необезвреженных сточных вод, к общему количеству предприятий. Особо важное значение имеют уменьшение абсолютного объема водопотребления за счет сокращения безвозвратных потерь и соблюдение научно обоснованных норм и лимитов водопотребления.

Среди организационно-технических мероприятий, которые способствуют предотвращению истощения водных ресурсов и улучшению качества поверхностных и подземных вод, является очистка сточных вод. Основными способами очистки сточных вод являются механические, биологические (биохимические), физико-химические. Для ликвидации бактериального загрязнения применяется обеззараживание сточных вод (дезинфекция).

Механический — наиболее доступный метод — применяется главным образом для удаления из сточной жидкости не растворенных и коллоидных частиц органического или минерального происхождения путем простого отстаивания. К приспособлениям механической очистки относятся *песколовки,* применяемые для задержания частиц минерального происхождения; *отстойники*, необходимые для задержания примесей органического происхождения, находящихся во взвешенном состоянии.

Очисткой достигается выделение из бытовых сточных вод до 60 % , а из производственных — до 95 % незатворенных примесей. Она считается оконченной, если, по местным условиям и в соответствии с санитарными правилами, сточные воды можно после дезинфекции спустить в водоем. Чаще механическая очистка является предварительной стадией перед биологической, или, точнее, биохимической очисткой.

Биохимические методы очистки основаны на использовании жизнедеятельности микроорганизмов-минерализаторов, которые, размножаясь, перерабатывают и тем самым преобразуют сложные органические соединения в простые, безвредные минеральные вещества. Таким образом, удается практически полностью освободиться от органических загрязнителей, остающихся в воде после механической очистки. Сооружения для биологической или биохимической очистки сточных вод могут быть разделены на два основных типа. Сооружения, в которых биологическая очистка происходит в условиях, близких к естественным *(биологические пруды, поля фильтрации, поля орошения), и* сооружения, в которых очистка стоков осуществляется в Искусственно созданных условиях *(биологические фильтры, аэростенки -* специальные емкости). Вариант принципиальной схемы очистки сточных вод представлен на рис. 7.1.



Рис.7.1. Принципиальная схема очистки сточных вод

К физико-химическим методам очистки сточных вод относятся:

▼ электрохимический в электрических полях;

▼ электрокоагуляция;

▼ электрофлотация;

▼ ионный обмен;

▼ кристаллизация и др.

Все перечисленные способы очистки сточных вод имеют две конечные цели: *регенерацию* — извлечение из сточных вод ценных веществ *деструкцию*— разрушение загрязняющих веществ и удаление продуктов распада из воды. Наиболее перспективными являются такие технологические схемы, осуществление которых исключает сброс сточных вод.

Эффективным методом борьбы с загрязнением водоемов является внедрение повторного и оборотного водоснабжения на промышленных предприятиях. Оборотным водоснабжением называется такое водоснабжение, когда вода, забираемая из природного источника, рециркулирует затем в рамках применяемых технологий (охлаждаясь или очищаясь) без сброса в водоем или канализацию. В настоящее время объем оборотного и последовательного использования воды в процентном отношении к общему объему водопотребления на производственные нужды достигает 89 %.

**Правовое и экономическое регулирование охраны вод и рационального водопользования**

Правовое регулирование охраны вод осуществляется Водным кодексом Республики Беларусь (1998) и другими нормативно-правовыми актами. Задачами водного законодательства является регулирование отношений в сфере использования и охраны вод в целях удовлетворения потребностей в водных ресурсах, охраны вод от загрязнения, засорения и исчерпания, предупреждения и ликвидации вредного воздействия вод, восстановления и улучшения состояния водных объектов.

При размещении, проектировании, строительстве новых и реконструкции существующих предприятий, сооружений и других объектов, а также при внедрении новых технологических процессов должны предусматриваться мероприятия, обеспечивающие рациональное использование вод, учет и контроль количества и качества забираемых иотводимых вод, охрану вод от загрязнения. Запрещается ввод в эксплуатацию новых и реконструируемых предприятий и других объектов, не обеспеченных приборами учета забора и отведения воды, сооружениями и устройствами, которые предотвращают вредное воздействие на водные объекты.

Водные объекты предоставляются в пользование в целях удовлетворения питьевых, хозяйственно-бытовых, лечебных, курортных, оздоровительных и других потребностей населения, а также для нужд сельского хозяйства, промышленности, энер­гетики, транспорта, рыбного хозяйства и других видов деятельности. Водные объекты могут предоставляться в пользование для одной или нескольких целей (допускается многоцелевое использование водных объектов).

Водный кодекс Республики Беларусь (ст. 31 и 32) устанавливает права и обязанности водопользователей. Среди основных обязанностей:

* использование водных объектов в целях, для которых они предоставлены, и сохранение установленных условий водополь­зования;
* рациональное использование водных ресурсов, проведение необходимых работ по сохранению и улучшению качества вод, восстановлению водных объектов;
* ведение учета количества забираемых и используемых вод;
* осуществление контроля за качеством забираемой воды и отводимых сточных вод;
* поддержание в надлежащем состоянии очистных и других сооружений и устройств, сохранение установленных правил их эксплуатации.

Все воды подлежат охране (ст. 69) от загрязнения, засорения и других вредных воздействий, которые могут ухудшить условия водообеспечения, привести к уменьшению рыбных и иных запасов водного промысла, ухудшению условий существования Диких животных, снижению урожайности земель и других неблагоприятных явлений по причине изменения физических, химических и биологических показателей качества вод, снижения их способности к естественному очищению.

Для предотвращения загрязнения водных объектов, а также сохранения среды проживания животного и растительного мира на землях, прилегающих к речным руслам или акваториям водоемов, устанавливаются водоохранные зоны, а в их пределах выделяются прибрежные полосы строго охраняемого режима. В целях охраны водных объектов, которые используются для хозяйственно-питьевого водообеспечения, в местах водозабора устанавливается зона санитарной охраны.

Прибрежные полосы являются природоохранной территорией с режимом ограниченной хозяйственной деятельности. В них запрещаются:

* распашка земель, садоводство и овощеводство;
* выпас скота;
* хранение и использование ядохимикатов и минеральных удобрений;
* размещение садоводческих товариществ, баз отдыха, палаточных городков, стоянок автотранспорта и сельскохозяйственной техники;
* строительство зданий исооружений, мойка и техническое обслуживание транспортных средств и техники.

В ближайшей перспективе необходимо завершить создание водоохранных зон рек, озер и искусственных водоемов на расстоянии до 500 м от уреза воды на всех малых, средних и крупных водных объектах (в частности, рек длиной более 10 км). Все это должно сопровождаться установлением в защитных зонах жесткого регламента земле- и водопользования, запретом строительства производственных объектов, имеющих выбросы и стоки, благоустройством территории и т.п.

Водный кодекс Республики Беларусь (раздел VII) определяет систему контроля за использованием и охраной вод, государственного учета вод, составления водохозяйственных балансов и схем комплексного использования иохраны вод. Государственному учету подлежат все виды вод, которые составляют водный фонд страны, а также их использование для питьевых, хозяйственно-бытовых, лечебных, оздоровительных и других целей. Систематизированные данные о количестве и качестве вод, их использовании содержатся в государственном водном кадастре. Сопоставление потребностей в воде с наличными на данной территории водными ресурсами проводится на основе водохозяйственных балансов, которые представляют собой расчетные материалы и используются для целей планирования и принятия решений по вопросам использования и охраны вод. Этим же целям служат и схемы комплексного использования и охраны вод, среди которых различают генеральные, бассейновые и территориальные. Генеральная схема использования и охраны вод разрабатывается для определения основных направлений развития водного хозяйства страны; бассейноваясхема — для бассейнов рек идругих водных объектов на основе генеральной схемы, региональная — для отдельных регионов страны на основе генераль­ной и бассейновой схем.

Законодательством Республики Беларусь устанавливается административная, криминальная или иная ответственность за нарушения в области использования и охраны вод. К числу та­ких нарушений относятся;

* самовольный захват водного объекта и самовольное водопользование;
* реализация проектов без положительного заключения государственной экологической экспертизы;
* загрязнение вод или нарушение режимаиспользования водоохранных зон и прибрежных полос водных объектов;
* ввод в эксплуатацию промышленных, коммунальных и других объектов без сооружений и устройств, предупреждающих загрязнение вод;
* заборы воды с превышением установленных лимитов;
* самовольное проведение гидротехнических работ;
* использование водных объектов не по целевому назначению и некоторые другие.

Экономическое регулирование рационального использования и охраны вод включает:

* планирование и финансированиемероприятий по рациональному использованию и охране вод;
* установление лимитов водопользования;
* установление нормативов платы за водопользование и водопотребление;
* установление нормативов платы за сбросы загрязняющих веществ в водные объекты;
* предоставление налоговых, кредитных и других льгот при использовании малоотходных и безотходных технологий, проведении других мероприятий, когда они дают значительный эффект в области рационального использования и охраны вод;
* покрытие ущерба, нанесенного водным объектам и здоровью людей по причине нарушения требований водного законодательства.

В экономическом механизме, обеспечивающем рациональное использование и охрану вод, особое место отводится платности водопользования. Причем внесение платы за воду не освобождает водопользователей от выполнения мероприятий по рациональному использованию и покрытию ущерба, нанесенного окружающей среде.

При установлении лимитов водопользования и определении прогнозных показателей (объемов водопотребления и водоотведения) целесообразно ориентироваться как на технико-эконо­мические параметры производственных мощностей и фактический объем производства, так и на удельные экологические пока­затели. В качестве нормативов по определению объемов водопользования в целом для Беларуси должны выступать следующие:

* водоемкость валового внутреннего продукта;
* интенсивность (коэффициент) водоотведения (отношение объема сброса сточных вод к стоимости ВВП);
* интенсивность оборотного и повторно-последовательного водопользования (отношение объема оборотного и повторно-последовательного водопользования воды к стоимости ВВП).

Обобщенным показателем эффективности использования водных ресурсов, который позволяет сопоставить объем затраченной воды с результатами хозяйственной деятельности, является водоемкость ВВП. В масштабах экономики страны в целом она может измеряться следующим образом:

**** (****) (7.4)

где ****— водоемкость валового внутреннего продукта; ****— годовое потребление свежей воды; *****-* годовой объем оборотного водоснабже­ния; ****— стоимость годового валового внутреннего продукта.

Водоемкость показывает, сколько водных ресурсов нужно затратить для получения единицы ВВП. Динамика этого показателя может служить индикатором эффективности использования водных ресурсов. Аналогичные показатели можно рассчитывать как по межотраслевым комплексам, так и по отдельным отраслям и предприятиям.

Основным резервом повышения эффективности использования водных ресурсов является сокращение потребления в основных водопотребляющих отраслях, в особенности это относится к свежей воде. Второе направление - ликвидация многочисленных потерь воды на всех этапах ее использования. Большие потери отмечаются также непосредственно у водопотребителей. К ним следует добавить потери воды в коммунальном хозяйстве из-за состояния водопроводных систем (всевозможные испарения, утечки, протечки и т.п.) и в быту - отсутствие водомеров и низкие тарифы на воду для населения стимулируют расточительное использование дорогостоящей питьевой воды. *Шимова, О.С. [и др.]. Основы экологии и экономики природопользования: учебник / О.С. Шимова, Н.К. Соколовский. – Минск: БГЭУ, 2002. (стр.89-102)*

*Дополнительная литература (стр. 66-77): Витченко А.Н. Геоэкология: курс лекций / А.Н. Витченко. – Мн.: БГУ, 2002. – 101 с.*

Вода – важнейший агент и фактор географической среды. Во многих странах мира отмечается ухудшение геоэкологического состояния водных объектов и прилегающих к ним территорий, связанное в первую очередь со значительно возросшим антропогенным воздействием на природные воды. Оно проявляется в изменении как водных запасов и гидрологического режима водотоков и водоемов, так и качества вод. Своей производственной деятельностью человек оказывает влияние на все основные элементы гидрологического цикла: осадки, испарение, сток, однако степень этого влияния на разные компоненты да­леко не одинакова. Следует отметить, что гидрологический цикл является важнейшим процессом в географической среде, зависящий в то же время от изменения ее состояния. Он служит основой единства географической оболочки, играя важнейшую роль во всемирном обмене веществом и энергией.

Нарастание дефицита водных ресурсов и прогрессирующее ухудшение их качества объединяются под общим понятием деградации природных вод. В пределах крупных речных водосборов и обширных территорий, расположенных в наиболее освоенных в хозяйственном отношении районах Земли, на водные объекты оказывают влияние одновременно многие *антропогенные факторы.* По характеру воздействия на ресурсы, режим и качество водных объектов суши их можно объединить в несколько групп:

* непосредственно воздействующие на водный объект путем прямых изъятий воды и сбросов природных и сточных вод (системы промышленного и коммунального водоснабжения, каналы переброски стока, коллекторы сточных вод) или за счет преобразования морфологических элементов водотоков и водоемов (создание в руслах рек водохранилищ и прудов, обвалование и спрямление русел рек и берегов озер, выемки грунта из рек и водоемов и т. п.).
* воздействующие на водный объект посредством изменения поверхности речных водосборов и отдельных территорий (агротехнические мероприятия, осушение болот и заболоченных земель, вырубка и посадка лесов, урбанизация и т. п.).
* воздействующие на основные элементы влагооборота в пределах конкретных речных водосборов и отдельных территорий посредством изменения климатических характеристик в глобальном и региональном масштабах (промышленные и энергетические объекты, нарушающие газовый состав и загрязняющие атмосферу, а также крупномасштабные водохозяйственные мероприятия).

Наиболее существенное влияние на водные объекты суши оказывают факторы первой группы, которые непосредственно связаны с масштабами водопотребления и водоотведения.

В настоящее время наибольшее антропогенное воздействие испытывают речные системы. Масштабы воздействия хозяйственной деятельности на ресурсы и качество воды болот, озер и месторождений подземных вод гораздо меньше по сравнению с антропогенным воздействием на речные системы.

**Водные ресурсы и водообеспеченностъ**.Водные ресурсы – это пригодные для употребления пресные воды, заключеннные в реках, озерах, ледниках, подземных горизонтах. Пары атмосферы, океанические и морские соленые воды в хозяйстве пока используются незначительно и поэтому составляют потенциальные водные ресурсы.

В мировом хозяйстве вода ис­пользуется практически во всех отраслях экономики: в энергетике, для орошения сельскохозяйственных угодий, для промышленного и коммунально-бытового водоснабжения. Часто водные источники служат не только для целей водозабора, но и являются объектами хозяйственного использования в качестве транспортных магистралей, рекреационных зон, водоемов для развития рыбного хозяйства.

Забор воды из всех источников мира составляет около 4000 км3 в год. Объем других широко используемых природных ресурсов, таких как уголь или нефть, примерно на три порядка меньше. За последние 80 лет сельскохозяйственное использование воды увеличилось в 6 раз, коммунальное – в 7 раз, промышленное – в 20 раз, а общее – в 10 раз. Громоздкость воды как ресурса приводит к необходимости использования его поблизости от местонахождения или к большим трудностям и высокой стоимости передачи воды на значительные расстояния. Таким образом, водные ресурсы локальны.

Хозяйственная ценность или качество водно-ресурсного потенциала региона тем выше, чем значительнее доля устойчивой составляющей стока. Ее величина количественно определяется объемом подземного стока и меженным русловым стоком. Общий объем доступных водных ресурсов мира оценивается в 41 тыс. км3 в год, из них лишь 14 тыс. км3 составляют их устойчивую часть.

Одним из показателей состояния водных и связанных с ними геоэкологических проблем в той или иной стране является доля используемой воды по отношению к имеющимся ресурсам. Другой показатель степени напряженности с обеспечением водными ресурсами – это количество водных ресурсов на каждого жителя. Для стран с преимущественно транзитным стоком и крупных стран с разнообразными региональными условиями формирования стока этот показатель нерепрезентативен. Однако для всей совокупности стран мира он полезен для сравнительной оценки ситуации с водными ресурсами.

Водообеспеченность изменяется от страны к стране на несколько порядков. Уровень 500 м3 на человека в год и менее является чрезвычайно низким, даже пороговым, для устойчивого развития. Уровень 1000 м3 на человека обычно принимается в качестве критического, указывающего на то, что страна находится в состоянии острого дефицита водных ресурсов. В настоящее время 15 стран (из 145, по которым были данные) с населением 110 млн чел. располагают менее чем 500 м3 на чел. Весьма низкий уровень водных ресурсов (500–1000 м3 на чел.) характерен еще для 12 стран с населением 120 млн чел. Для этих 27 стран дефицит водных ресурсов определяет существование их населения, это вопрос жизни и смерти и причина важнейших стратегических решений правительств. Еще 58 стран с населением 3,4 млрд чел. живут в условиях малого количества водных ресурсов (1000–5000 м3/чел.). Всего к 1990 г. 85 стран с 70 % населения мира стояли перед проблемами дефицита водных ресурсов. Это в основном развивающиеся страны, где недостаток водных ресурсов является одним из важнейших препятствий их социального и экономического развития. Многие страны с ресурсами, превышающими 5000 м3/чел, выглядят благополучными, но на самом деле средняя цифра часто скрывает серьезные региональные различия внутри стран. Поскольку численность населения мира будет увеличиваться, а объем имеющихся водных ресурсов останется постоянным, ситуация дефицита водных ресурсов будет и далее ухудшаться, вызывая дальнейшее углубление противоречий, связанных с использованием водных ресурсов как на международном, так и на национальном уровнях. К 2025 г. уже 1,4 млрд чел. в 45 странах мира будут располагать менее чем 1000 м3 на чел. за год. Около 75 % населения мира приблизительно в 100 странах будет жить в условиях дефицита воды, или, иными словами, под угрозой экологической, экономической и политической неустойчивости. Если существующие в настоящее время способы ведения хозяйства не изменятся, будет продолжаться и ухудшение качества воды, что еще более осложнит ситуацию.

**Регулирование и переброска речного стока.** Когда на какой-либо территории потребность в воде начинает превосходить величину устойчивого речного стока и другие источники водных ресурсов отсутствуют или почему-либо не могут быть использованы, возникает необходимость в регулировании речного стока, то есть в строительстве плотин и создании водохранилищ.

В настоящее время в мире существует около миллиона созданных человеком водохранилищ разного размера. Их общий объем превышает 6000 км3 и полезный объем – 3000 км3. При этом полезном суммарном объеме водохранилища увеличивают устойчивый сток, то есть возобновимые ресурсы, пригодные к использованию, на 25 %. С другой стороны, средняя мировая продолжительность водообмена в речных системах увеличилась с 20 до 100 суток, что указывает на ухудшение их экологического состояния.

Гидроэлектрические станции не загрязняют окружающую среду. Они играют также важную роль в энергетических системах. В особенности важно их свойство практически мгновенно реагировать на изменения спроса на энергию: вечерние и утренние пиковые нагрузки в энергосистемах, связанные с повседневной жизнью людей, наиболее эффективно покрываются гидроэлектростанциями. Развитие орошения во многих районах мира невозможно без создания водохранилищ. Водохранилища на крупных реках улучшают также условия навигации. В экономически развитых районах мира плотины задерживают загрязняющие вещества, переносимые рекой, переводя их в донные отложения. Плотины с сопутствующими сооружениями (водохранилищами, ирригационными системами, гидроэлектростанциями, шлюзами и пр.) составляют важную часть стратегии развивающихся стран.

Вместе с тем многие отрицательные последствия строительства плотин и водохранилищ являются серьезным аргументом против их дальнейшего развития. Это – высокая стоимость строительства и переселения жителей из зоны затопления; большие потери земельных ресурсов высокого качества; серьезные и плохо предсказуемые геоэкологические последствия; глубокие изменения гидрологического режима в верхнем и нижнем бьефах плотин; перехват стока биогенных элементов (фосфора и азота) и, соответственно, снижение биологической продуктивности морей; подъем уровня грунтовых вод с сопутствующими изменениями продуктивности природных и антропогенных ландшафтов; ухудшение условий для рыбного хозяйства; нарушение установившегося уклада жизни и хозяйства; несовместимость интересов различных социальных групп населения, которые могли быть затронуты в результате строительства и др.

На определенной стадии развития водного хозяйства некоторой территории, когда не только устойчивая часть речного стока и доступная часть ресурсов подземных вод, но и дополнительный ресурс, получаемый вследствие регулирования стока приближаются к эко­номически и экологически рациональному пределу, возникает инте­рес к осуществлению проектов передачи части речного стока из водообеспеченного в вододефицитный регион. Масштабы крупнейших перебросок в мире выросли на порядок, от 0,5–1 км3 в год в начале этого века примерно до 10 км3 в год.

Таким образом, водохранилища и переброска речного стока, с одной стороны выполняют задачу увеличения и перераспределения объема возобновимых водных ресурсов. С другой стороны, приносят много неблагоприятных последствий. Поэтому при проектировании нового гидротехнического объекта, в особенности крупного, необходимо проводить его геоэкологическую экспертизу с целью поиска оптимального решения, учитывающего инженерные, экономические и экологические аспекты проекта, в котором сумма выгод в конечном итоге должна превышать сумму потерь, и в каждом случае это решение должно быть индивидуальным.

**Геоэкологические аспекты водного хозяйства.** Эффективное водное хозяйство – это умение уравновесить имеющиеся водные ресурсы территории и спрос на них, не допуская при этом ухудшения качества окружающей среды. Иными словами, это искусство соблюдать водохозяйственный баланс. Имеются два принципиально различных пути его достижения. Как правило, при традиционном водном хозяйстве потребность в воде постоянно возрастает, и баланс достигается системой мер, обеспечивающих увеличение подачи воды. Но баланс между спросом и предложением может быть достигнут также посредством регулирования спроса на воду. Здесь огромное поле деятельности, потому что водные ресурсы используются неэффективно практически во всех странах и во всех отраслях водного хозяйства. Кроме того, снижение водопотребления вызывает меньший ущерб окружающей среде. И, наконец, регулирование спроса – это единственный путь замкнуть водный баланс, когда все ресурсы уже использованы и подача воды уже не может быть увеличена.

В современном хозяйстве главными потребителями вод являются промышленность, сельское хозяйство и коммунально-бытовые службы. Они изымают из естественных и искусственных водоемов для своих нужд определенные объемы воды, которые составляют водозабор. Очень много воды идет на ирригацию, что составляет около 65 % всей забираемой воды. В аридных районах этот показатель намного выше и достигает в отдельных случаях 98 %. Доля промышленности в водопотреблении мира составляет около 25 %. В странах с достаточным увлажнением, где интенсивное орошение не требуется, эта доля достигает 71–87 % от суммарного водопотребления. Городское население потребляет не более 10 % всего объема забираемой воды, но это очень дорогая вода, потому что строительство и эксплуатация весьма сложных систем водоснабжения обходится весьма дорого.

В процессе использования некоторое количество изъятой воды теряется на испарение, просачивание, технологическое связывание и т. д., причем у различных потребителей масштабы такого расхода неодинаковы. Для небольших по площади территорий эти потери рассматриваются как безвозвратные. Наиболее значителен их объем (до 80–90 %) при сельскохозяйственном использовании. В некоторых отраслях промышленности разработаны и продолжают интенсивно совершенствоваться схемы замкнутого или многократного водопользования, при помощи которых существенно снижаются как объемы водозабора в целом, так и величины безвозвратных потерь. Неоднократное использование одного и того же объема воды сокращает водозабор, но заставляет ввести в водохозяйственный баланс еще одну категорию – водопотребление – общий объем воды, используемый данной отраслью хозяйства за определенный отрезок времени. В сфере коммунального хозяйства водопотребление и водозабор равны между собой, потому что оборотное водоснабжение в данной отрасли на современном уровне практически не осуществляется. В промышленности водозабор оказывается намного ниже водопотребления за счет применения замкнутых циклов водоснабжения, когда из источников вода забирается лишь для компенсации безвозвратных потерь. В сельском хозяйстве водопотребление тоже может количественно превышать водозабор из источников, поскольку для орошения часто используются органические стоки городских коммунальных систем или частично очищенные отработанные воды некоторых промышленных предприятий. В региональном плане структура водозабора и водопотребления может существенно меняться, отражая и общий уровень экономического развития хозяйства, и его специализацию, и в немалой степени специфику природных условий.

Коммунальное и сельское хозяйство, промышленность и гидроэнергетика предъявляют различные требования к качеству воды. Наиболее высокими санитарными и вкусовыми качествами должны обладать воды, используемые в питьевых целях и в некоторых отраслях промышленности (пищевой, химической и др.). Металлургическое или, например, горнорудное производство может обходиться водами низкого качества, использовать оборотные системы водоснабжения.

Любое хозяйственное использование вод различными потребителями сопровождается появлением отработанных вод или стоков. Они перегружены огромным количеством инородных веществ промышленного, сельскохозяйственного или коммунального происхождения, изменяющих физические и химические свойства водной массы. Различают химические воздействия – поступления в водные объекты загрязняющих веществ, вызывающих изменение химического состава вод, сформированного естественным путем, и физические воздействия – изменения физических параметров водных экосистем, которые приводят к нарушению естественных гидрохимических процессов и формированию вод нового состава. Следствием химических и физических воздействий является изменение состава донных отложений и живого вещества водных объектов. Существуют две основные категории источников загрязнения водных объектов: источники точечного загрязнения и рассеянного загрязнения.

Вследствие накопления в воде биогенных элементов происходит усиление биологической продуктивности водоемов. Эвтрофикация приводит к ряду неблагоприятных экономических последствий: ухудшению качества воды, снижению рекреационной ценности озера, снижению рыбной популяции, блокированию водосбросов, каналов и даже навигационных путей.

Даже если применяются наиболее совершенные из известных современной науке методы очистки отработанных вод (механические, химические, биологические), для разбавления 1 м3 таких стоков необходимо потратить не менее 8–10 м3 чистых природных вод. Если же сбрасываются неочищенные стоки, то расход воды возрастает в несколько раз. В настоящее время в мире среди хозяйственных стоков, сбрасываемых в естественные водоемы, превалируют категории слабо очищенных или вообще неочищенных вод. Наряду с «обычным» загрязнением воды, увеличивается число случаев катастрофических ситуаций, когда вследствие технологической аварии в реку, озеро или подземные воды попадает значительный объем высокотоксичных вод, наносящих серьезный и долговременный ущерб. В результате кризисные явления поражают не только районы, изначально обедненные водными запасами, но и такие, где существуют благоприятные природные предпосылки для образования значительных объемов воды.

Стандарты качества воды – важный инструмент управления состоянием окружающей среды. Предприятия могут платить штрафы, если сбросы воды не соответствуют стандартам, или налоги, пропорциональные степени вклада в загрязнение воды. Эти меры помогают в решении проблем качества воды в развитых странах. Однако по ряду разнообразных причин они не действенны в большинстве развивающихся стран и стран с переходной экономикой. Следует также отметить, что экономика использования водных ресурсов требует большего внимания. Пока что вода во всем мире имеет низкую цену, а то и вовсе бесплатна, что ведет к неэффективному использованию водных ресурсов и, как следствие, к серьезным экологическим проблемам.

Управление водными ресурсами удобнее всего осуществлять для всего бассейна реки или озера или бассейна подземных вод. Однако политические и административные границы, как правило, не совпа­дают с водоразделами. Внутри стран это приводит к неудобной си­туации, когда водное хозяйство осуществляется по речным бассейнам, в то время как большая часть другой экономической деятельно­сти привязана к административному делению. На международном уровне это может приводить к конфликтам, связанным с использованием водных ресурсов. Около половины населения мира живет в не менее чем 220 международных речных и озерных бассейнах, причем более 25 бассейнов принадлежат четырем и более странам.

Комиссия ООН по вопросам права сформулировала принципы международного сотрудничества в области водных ресурсов. Они включают четыре межгосударственных обязательства: 1) информировать соседние государства и консультироваться с ними, прежде чем предпринимать какие-либо действия, которые могут привести к изменениям состояния разделяемых водных ресурсов; 2) регулярно обмениваться гидрологическими данными; 3) избегать причинения ущерба другим пользователям водных ресурсов; 4) распределять воду из общего водного источника «разумно и справедливо».

Таким образом, стратегия решения водных проблем, успешное водное хозяйство – это поддержание баланса между спросом и предложением без ухудшения (по крайней мере) геоэкологического состояния территории. Необходимо сбалансировать также различные, часто конфликтные интересы и задачи различных общественных групп и секторов экономики. Водное хозяйство региона (бассейна) должно базироваться на многокритериальной и междисциплинарной основе. Необходимо комбинировать инженерные, экономические, экологические, юридические, социальные, политические действия, потому что ни одно из них, взятое в отдельности, не может обеспечить эффективные и долговременные решения водных проблем.

**Геоэкологические проблемы Мирового океана.** Современное общество все больше осознает всеобъемлющее значение Мирового океана как источника колоссальных запасов полезных ископаемых, биологических ресурсов, средства для межконтинентальных связей, генератора и регулятора климата нашей планеты. Но в то же время человечество истощает природные ресурсы океана и загрязняет его акваторию. С каждым днем влияние антропогенной деятельности на Мировой океан, во многих случаях превосходящее естественные процессы, становится все более заметным и приводит к существенному нарушению его геоэкологического баланса.

Под загрязнением моря в международной практике и в Конвенции ООН по морскому праву 1982 г. понимается введение человеком непосредственно или косвенно вещества или энергии в морскую среду, которое приводит или может привести к вредным последствиям в виде нанесения ущерба живым ресурсам, опасности для здоровья человека, создания помех морской деятельности, включая рыболовство и т. д. Источников и каналов загрязнения океана очень много. По месту возникновения они подразделяются на наземные, атмосферные и морские; по временному признаку на постоянные (выпаривание и вымывание загрязняющих веществ из атмосферы, сброс с суши, эксплуатационные сливы судов и т. д.) и случайные (аварии кораблей, катастрофы при добыче полезных ископаемых, в результате военных действий и т. д.), по источнику поступления на точечные (от коллекторов сточных вод, морских судов, нефтяных платформ и т. д.) и сливные (с сельскохозяйственных угодий, урбанизированных территорий). В зависимости от площади распространения различают локальные загрязнения (радиус до 10 км); субрегиональные (до 100 км); региональные (до 1000 км) и глобальные, охватывающие весь Мировой океан.

Устойчивость геосистемы Мирового океана основана на постоянстве среды. Это состояние учитывает поступление в океан вредных веществ, но в концентрациях, не вызывающих неблагоприятные последствия. Воздействие загрязнителей на биоту океана зависит от степени опасности, стойкости, агрегатного состояния, масштаба, продолжительности воздействия загрязнения и вида организма.

Одним из основных загрязнителей Мирового океана являются нефтяные углеводороды нефть и нефтепродукты. Наиболее загрязнены нефтью районы интенсивного судоходства и морских нефтепромыслов. Разлитая по поверхности океана нефть нарушает процесс тепло-, водо- и газообмена на границе океана и атмосферы. Являясь токсичным веществом, нефть отрицательно воздействует на все виды морских организмов. Больше всего нефти в океан поставляет суша посредством атмосферных осадков, речного и ливневого стока. Около трети нефти попадает в океан при морских перевозках, из нее более половины приходится на эксплуатационные сливы судов (0,4 % от перевозимого объема). Кроме того, источниками загрязнения нефтяными углеводородами являются аварии танкеров, морские нефтяные промыслы (1–2 %) и естественное просачивание нефти из морского дна (10 %). Всего в океан ежегодно поступает около 5–6 млн т нефти. Океан не способен нейтрализовать всю нефть, поступающую вследствие антропогенной деятельности. Только около одной четверти ее окисляется бактерионейстоном океана. Существуют механические, физико-химические, химические и биологические методы борьбы с нефтяным загрязнением.

Следующий загрязнитель океана химические вещества, производимые человеком. Это кислоты, щелочи, продукты коксохимии, растворители, спирты, пестициды, гербициды, детергенты и т. д. Они оказываются в океане в результате аварий морских химовозов и поступлений с суши. В настоящее время в Мировой океан ежегодно сбрасывают около 30000 различных химических соединений, объемом до 1,2 млрд т. Повышение содержания в воде органических соединений нитратов и фосфатов ведет к бурному развитию бактерий, сине-зеленых и диатомовых водорослей и тем самым вторичному загрязнению моря продуктами их метаболизма и распада.

Глобальный характер носит загрязнение океана тяжелыми металлами, прежде всего ртутью, свинцом, кадмием. Они попадают в океан главным образом через атмосферу и с речным стоком. От одной трети до половины промышленного производства ртути (3–5 тыс. т) и около 2 млн т свинца ежегодно попадает в океан.

Значительную опасность представляет загрязнение океана отходами атомной и военной промышленности. Оно связано с захоронением радиоактивных отходов, авариями судов с атомными реакторами и сбросом теплой воды, используемой для охлаждения реакторов АЭС.

Быстро растет загрязнение океана твердым мусором. Ежегодно в океан только с судов сбрасывается около 7 млн металлических, 430 тыс. стеклянных, 640 тыс. бумажных и пластмассовых предметов. Эти отходы, как правило, не разрушаются и накапливаются в океане.

Современное загрязнение Мирового океана характеризуется распространением на открытые районы океана, переносом загрязняющих веществ в более глубокие слои воды и их накоплением в морских организмах. Локальные загрязнения и их экологические последствия все чаще приобретают глобальный характер.

Общие последствия загрязнения проявляются в накоплении химических, токсических веществ в биоте, микробиологическом загрязнении прибрежных районов, снижении биологической продуктивности, прогрессирующей эвтрофикации, возникновении мутагенеза и канцерогенеза, нарушении устойчивости экосистем. Кроме того, загрязнение океана сказывается на хозяйственной деятельности человека и его здоровье. Токсические вещества через трофические цепи вызывают у людей ряд специфических заболеваний.

Под экономическим ущербом, вызванным загрязнением морской среды, понимаются фактические и возможные потери в производственной и непроизводственной сфере, выраженные в стоимостной форме. Потери в результате снижения оздоровительной, спортивной, эстетической ценности водоемов плохо поддаются подсчетам. Обычно представляется возможным определить локальный ущерб, нанесенный отдельным видам морского хозяйства в пределах небольших акваторий, обусловленный залповым выбросом загрязнителей. Например, экономический ущерб от загрязнения нефтью включает прямые потери от загрязнения, затраты на его ликвидацию и стоимость недополученного продукта (рыбы, услуг рекреантам и т. д.).

Долгое время океан полностью перерабатывал поступающие в него вредные вещества, но сейчас загрязнение достигло такого масштаба, что природных процессов самоочищения недостаточно. Кроме загрязнения отрицательное влияние на морскую среду оказывает добыча полезных ископаемых, нерациональное использование биологических и других природных ресурсов океана, строительная, военная и другая деятельность человека.

Природные геосистемы океана испытывают постоянно возрастающее антропогенное давление. Для их оптимального функционирования, динамики и прогрессивного развития необходимы специальные мероприятия по охране морской среды. Они должны включать ограничение и полное запрещение загрязнения Мирового океана; регулирование использования его природных ресурсов, создание охраняемых акваторий, геоэкологический мониторинг и т. д.

В настоящее время существуют международные соглашения по отдельным морям, регулирующие совместные действия по борьбе с загрязнением, предотвращению и ликвидации экологических катастроф, по организации совместных наблюдений за качеством воды, по охраняемым акваториям и территориям и другим вопросам, требующим совместных согласованных действий. Помимо региональных, существуют и другие международные соглашения, регулирующие различные геоэкологические проблемы морей и океанов.