



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Калининградский государственный технический университет»

Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота

И.Р. РАГУЛИНА, канд. геогр. наук, доцент

ОБЩАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ЭКОЛОГИЯ

Учебное пособие
для курсантов морских специальностей
очной формы обучения

Калининград
Издательство БГАРФ
2020

БГАРФ

УДК 574:656.61(075)

Рагулина, И.Р. Общая и прикладная экология: учебное пособие / И.Р. Рагулина. – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2020. – 265 с.

Пособие разработано в соответствии с учебной программой дисциплины «Экология» и предназначено для курсантов, обучающихся морским специальностям.

Пособие содержит базовый учебный материал, задания для выполнения практических работ, методические указания по выполнению рефератов, тесты по экологии, а также стандарты компетентности в соответствии с требованиями Международной конвенции о подготовке и дипломировании моряков и несении вахты 1978 года, с поправками.

Ил. 29, табл. 23, библиогр. – 35 назв.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Балтийской государственной академии рыбопромыслового флота.

Рецензенты: **Е.В. Краснов**, д-р геол.-минерал. наук, профессор ФГАОУ ВО «БФУ им. И. Канта»;
В.А. Бондарев, д-р техн. наук, профессор, декан судоводительского факультета БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»

ISBN 978-5-7481-0433-3

© БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ», 2020

БГАРФ

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	4
Часть 1. Общая экология	8
Тема 1. Экосистема и биогеоценоз.....	8
Тема 2. Факторы среды.....	23
Тема 3. Основные экологические законы	34
Тема 4. Биосфера.....	43
Часть 2. Прикладная экология	61
Тема 5. Виды и формы загрязнения биосферы	61
Тема 6. Глобальные экологические проблемы.....	84
Тема 7. Экологический мониторинг. Нормирование	99
Тема 8. Экономический механизм охраны природы	113
Часть 3. Предотвращение загрязнения морской среды с судов	127
Тема 9. Сфера компетентности в области защиты морской среды.....	129
Тема 10. Международная конвенция МАРПОЛ-73/78.....	135
Тема 11. Технические средства судов по предотвращению загрязнения морской среды и атмосферы	170
Тема 12. Обеспечение экологической безопасности мореплавания	189
Тесты	204
Темы рефератов	223
Рекомендации и требования по оформлению реферата	228
Вопросы к коллоквиуму	231
Список использованных источников	232
Приложение 1	235
Приложение 2	240
Приложение 3	243
Приложение 4	251
Приложение 5	252

ВВЕДЕНИЕ

Экология – наука о взаимоотношениях организмов между собой и с окружающей их средой. Термин «Экология» происходит от греческих слов «ойкос» – дом, жилище и «логос» – наука, учение и часто переводится как наука о доме. Древние греки *ойкосом* называли любое место пребывания человека: хороший пляж, где люди собирались для купания, и горное пастбище [19]. Изначально экология развивалась как составная часть биологических наук, позже в тесной связи с другими естественными науками – химией, физикой, геологией, географией, почвоведением, математикой, а в настоящее время экология вышла за рамки естествознания и превратилась в междисциплинарный комплекс самых различных дисциплин, изучающий сложнейшие проблемы взаимодействия человечества со всей остальной природой.

Предмет экологии – закономерности взаимосвязей между организмами и внешней средой. Главный объект экологии – *экосистемы* – природные комплексы, образованные живыми организмами и средой их обитания. В ее компетенцию входит изучение условий и образа жизни *отдельных видов* (организменный уровень), *популяций* – совокупностей особей одного вида (популяционно-видовой уровень), *сообществ* – совокупностей популяций (биоценологический уровень), и *биосферы* в целом (биосферный уровень) [1; 3; 4; 12; 18-20; 29].

Экология прошла сложный и длительный путь к осознанию проблемы «человек – природа – общество», опираясь на исследования взаимодействий в системе «организм – среда». Актуальность этой проблемы вызвана глобальным обострением экологической обстановки в масштабах планеты Земля, привела к необходимости «*экологизации*», перехода к более устойчивому развитию с обязательным учетом законов и принципов экологии во всех видах человеческой деятельности.

На стыке экологии с другими отраслями знаний и деятельности бурно развиваются новые направления – *инженерная экология, геоэкология, математическая экология, сельскохозяйственная экология, космическая экология* и т. д. Современная экология также тесно связана с политикой, экономикой, правом (включая международное право), психологией, педагогикой и др. Ее методологическую основу составляют системный подход натурных наблюдений, эксперимента и моделирования.

В структуре экологии Реймерс Н.Ф. [29] выделил следующие крупные разделы: *теоретическая экология (биоэкология, общая экология), прикладная, экология человека и социальная экология.*

Общая экология (биоэкология) – исследование взаимоотношений компонентов в биотических системах по уровням биологической организации, начиная с организменного. Поэтому ее подразделяют в зависимости от уровня организации на *аутэкологию* (особей и видов организмов), *демэкологию* (*популяций*) и *синэкологию* (экологию сообществ). Кроме того, она классифицируется по конкретным объектам и средам исследования, т. е. различают *экологию животных*, *экологию растений*, *экологию моря* и т. д.

Соответственно, *аутэкология* – анализ взаимоотношений отдельной особи (представителей вида) с окружающей ее (их) средой; определяет пределы устойчивости и предпочтения вида по отношению к различным экологическим факторам; *демэкология* – изучает взаимоотношения популяций с окружающей их средой, изучает демографию и ряд других характеристик популяций в свете их отношений с окружающей средой; *синэкология* – изучение сообществ и их взаимоотношений: формирование сообществ, структура, развитие, энергетика и т. д.

Прикладная экология изучает механизмы разрушения биосферы, способы предотвращения этого процесса и разрабатывает принципы рационального природопользования. В ее основе – законы, правила и принципы фундаментальной (теоретической) экологии. Экологическими проблемами Земли как планеты занимается *глобальная экология*, ее объект – биосфера как глобальная экосистема.

Социальная экология – направление исследований взаимоотношений в системе «человеческое общество – природа», рассматривает взаимодействие человека как биосоциальное существо. Одним из новых самостоятельных ответвлений экологии человека становится быстро развивающаяся отрасль – *валеология*, рассматривающая вопросы формирования человеком навыков здорового образа жизни.

В условиях усиливающейся антропогенной нагрузки на биосферу необходимо сохранение устойчивости равновесия между природой и обществом. Человечество достигло значительной численности (по оценкам ООН – свыше 7,7 миллиардов человек) и приобрело небывалую техногенную мощь, которая представляет множество опасностей для существования жизни на Земле. Разрушительная деятельность человека уже сейчас часто превышает компенсационные возможности биосферы и порождает конфликты между обществом и природой, экологические кризисы, в ряде случаев – экологические катастрофы.

Для оздоровления окружающей среды имеется единственный сценарий, предложенный академиком Вернадским В.И. – ноосфери-

зация общества. *Ноосфера* – область планеты, охваченная человеческой деятельностью. Идея ноосферы органично укладывается в **концепцию устойчивого развития** биосферы, провозглашенную на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 году (Рио-92). Основной принцип этой концепции – удовлетворение жизненных потребностей нынешнего поколения с учетом потребностей будущих поколений [12; 13; 15; 19].

Изучение экологических основ, понятий рационального природопользования приобретает все большую остроту и актуальность из-за зачастую неразумных решений и действий человека, вследствие его сугубо потребительских побуждений, без учета пагубных последствий опустынивания, обезвоживания, обезлесивания нашей планеты. Успешное решение экологических проблем во многом зависит от того, насколько экологически грамотными будут специалисты, работающие в различных отраслях народного хозяйства.

Учебное пособие предназначено для курсантов морских специальностей для усвоения и понимания общих законов взаимодействия общества и природы, выработки навыков, позволяющих решать профессиональные задачи с учетом современных требований для обеспечения экологической безопасности судоходства и промысла в соответствии с системой национальных и международных требований, а также формирования целостного представления об охране окружающей среды, как основополагающем факторе достижения устойчивого развития цивилизации.

В первой части учебного пособия раскрыты вопросы общей экологии, а именно: понятие и структура экосистем и биогеоценоза, включая морские экосистемы, виды взаимоотношений организмов со средой обитания; экологические факторы и виды адаптации организмов к факторам среды; основные экологические законы; свойства и функции биосферы, круговороты веществ в биосфере, а также понятие ноосферы.

Вторая часть пособия посвящена вопросам прикладной экологии, включающим глобальные экологические проблемы, виды и формы загрязнения биосферы, экологическое нормирование, управление природопользованием, экономический механизм природопользования в соответствии с ФЗ «Об охране окружающей среды».

Особое внимание уделяется части 3 «Предотвращение загрязнения морской среды с судов», в которой представлен стандарт компетентности «Обеспечение выполнения требований по предотвращению загрязнения», который необходимо усвоить курсантам в соответствии

с требованиями Международной Конвенции «Подготовка и дипломирование моряков и несение вахты, 1978 г., с поправками» (ПДНВ) и Кодекса ПДНВ [16; 17; 22].

Судоходство – самый экономичный способ транспортировки разнообразных твердых, жидких и газообразных продуктов, 90 % мировой торговли связано с морским флотом. Большинство перевозимых грузов составляют зерновые и нефтепродукты. «Следует сделать неизбежный вывод – без морского флота и моряков половина человечества голодала бы, а другая половина замерзала... Эту огромную работу выполняют примерно 100 000 торговых судов, укомплектованных 1¼ миллиона мореплавателей со всех континентов. Сравнение с примерным количеством людей на Земле приводит к ошеломляющему выводу: питание и согревание человечества зависит от чуть более 1 миллиона мореплавателей» (IMO Circular letter No.2922, 21 November 2008) [32]. Поэтому, особое внимание курсанты должны обратить на экологические проблемы, связанные с их профессиональной деятельностью – охрану морей и океанов от судовых загрязнений и снижение их негативного воздействия на морские экосистемы.

По завершении курса курсанты должны иметь представление о структуре наземных и водных экологических систем, взаимоотношениях организмов, о видах загрязнений воздушного бассейна, водоемов и почвенного покрова Земли, экологических принципах использования природных ресурсов и охраны природы, об экономическом механизме природопользования, экозащитных технологиях, основах экологического права и профессиональной ответственности.

Пособие предназначено для самостоятельной подготовки курсантов к практическим занятиям по дисциплине «Экология». Каждая тема включает краткий обзор теоретического (лекционного) материала, домашнее задание и контрольные вопросы для лучшего усвоения и закрепления материала. Для проверки знаний предложены тесты и вопросы к коллоквиуму. Кроме того, в пособии представлены темы рефератов и основные требования к их оформлению.

ЧАСТЬ 1. ОБЩАЯ ЭКОЛОГИЯ

Тема 1. Экосистема и биогеоценоз

I. Цель работы: ознакомиться с понятиями «Экосистема» и «биогеоценоз», изучить категории организмов, входящих в их состав, а также виды взаимосвязей и взаимоотношений организмов. Научиться составлять пищевые цепи и сети, а также экологические пирамиды, применять правило 10 % (закон Р. Линдемана). Изучить категории гидробионтов, вертикальную структуру Мирового океана.

II. Описание работы

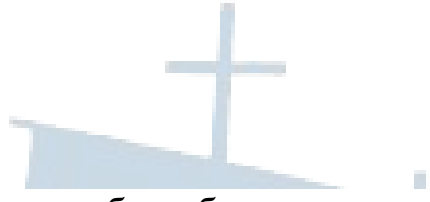
1.1. Экосистема – совокупность растений, животных и микроорганизмов, взаимосвязанных между собой и окружающей средой в результате обмена веществом, энергией и информацией. Впервые определение экосистемы было дано английским ученым А. Тэнсли в 1935 г. Примерами природных экосистем являются озеро, лес, пустыня, тундра, суша, океан, биосфера. Как видно из примеров, простые экосистемы входят в состав более сложно организованных [19].

Организмы разных видов, входящие в состав экосистемы, по способу питания подразделяются на автотрофы и гетеротрофы.

Автотрофы (греч. *ауто* – сам, *трофо* – пища, т. е. «самопитающиеся») – организмы, образующие органическое вещество своего тела из неорганических веществ и подразделяются на фототрофы и хемотрофы. **Фотоавтотрофы** – все хлорофиллоносные (зелёные) растения и микроорганизмы, использующие энергию Солнца в процессе фотосинтеза. **Хемоавтотрофы** – некоторые виды бактерий, которые в качестве источника энергии используют энергию химических связей, высвобождающейся при окислении водорода, серы, сероводорода, аммиака, железа, в природных экосистемах они играют относительно небольшую роль, за исключением чрезвычайно важных нитрифицирующих бактерий.

Растения – фотоавтотрофы в экосистемах отвечают за образование органических (питательных) веществ, т. е. являются производителями продукции, называются **продуцентами**.

Гетеротрофы (греч. *гетеро* – другой, *трофо* – пища, т. е. «питающиеся другими») – организмы, потребляющие готовое органическое вещество других организмов и продуктов их жизнедеятельности.



Это все животные, грибы и большая часть бактерий. Некоторые группы бактерий, а также растения-паразиты и насекомоядные растения совмещают автотрофные и гетеротрофные функции.

Гетеротрофы нуждаются в источнике органического вещества и (за исключением некоторых бактерий) и зависят от автотрофов. В отличие от автотрофов-продуцентов, гетеротрофы выступают как потребители и деструкторы (разрушители) органических веществ, и в зависимости от источников питания подразделяются на несколько категорий: консументы, детритофаги и редуценты.

Консументы (от лат. *konsumo* – потребляю) – потребители органического вещества, к ним относятся: простейшие, черви, рыбы, моллюски, членистоногие, птицы, млекопитающие, в том числе и человек. В зависимости от источника питания консументы подразделяются на:


1. **Консументы первого порядка** (первичные) – **растительноядные** животные, а также паразитирующие бактерии, грибы и другие бесхлорофилльные растения, развивающиеся за счет растений;

2. **Консументы второго порядка** (вторичные) животные, поедающие первичных консументов – это различные хищники (волк, лиса и др.), паразиты растительноядных организмов, живущие за счёт веществ организма хозяина, это не только животные (черви, насекомые, клещи), но и различные микроорганизмы (вирусы, бактерии, простейшие), а также некоторые грибы и растения;

3. **Консументы третьего и более высоких порядков**, которые питаются консументами второго или третьего порядка. Консументы, питающиеся растительноядными организмами, называют **плотоядными** (волк, лиса и др.), а консументы, питающиеся и продуцентами, и консументами, называют **всеядными** (человек, медведь и др.)

4. К консументам также относятся **симбиотрофы** – бактерии, грибы, простейшие, которые, питаясь соками или выделениями организма хозяина, выполняют вместе с этим и жизненно важные для него трофические функции; клубеньковые бактерии бобовых, связывающие молекулярный азот; микробиальное население сложных желудков жвачных животных, повышающее переваримость и усвоение поедаемой растительной пищи.

5. Консументы также подразделяют на **фитофагов** (*фито* – растение, *фагос* – пожирать), питающихся живыми растениями; **зоофагов**, нуждающихся в живой пище; **сапрофагов** (*сапрос* – гнилой), питающихся мертвыми растительными остатками и **некрофагов**, питающихся мертвыми животными. Организмы, питающиеся мёртвым органическим веществом – остатками растений и животных называют



детритофагами (*детрит* – мертвый организм, труп, слизь, выделения). Это – различные бактерии, грибы, черви, личинки насекомых, жуки и другие животные – все они выполняют функцию очищения экосистем. Детритофаги участвуют в образовании почвы, торфа, донных отложений водоёмов.

Редуценты (от лат. *reducere* – возвращать) – организмы (бактерии и низшие грибы), которые совершают процессы гниения и разложения органики до минерального состояния и возвращают их в круговорот, т. е. в начало природной цепи питания.

Экосистема – совокупность продуцентов, консументов и редуцентов, взаимодействующих между собой и с окружающей их средой посредством обмена веществом, энергией и информацией таким образом, что эта единая система сохраняет устойчивость в течение продолжительного времени.

Неживая или **абиотическая компонента экосистемы** включает атмосферу – воздушную оболочку (климат), гидросферу (воду) и литосферу (почву). Почва и вода содержат смесь неорганических и органических веществ. Свойства почвы зависят от материнской породы, из которой она частично образуется. В понятие климата входят такие параметры, как освещенность, температура и влажность, в большой степени, определяющие видовой состав организмов, успешно развивающихся в данной экосистеме. Для водных экосистем очень существенна также степень солености.

1.2. Биогеоценоз – это совокупность растений, животных и микроорганизмов (**биоценоз**), населяющих определённую географическую территорию (**биотоп**), отличающуюся от соседних по химическому составу почв, вод, а также по ряду физических показателей (высота над уровнем моря, величина солнечного облучения и т. д.).

БИОГЕОЦЕНОЗ = БИОЦЕНОЗ + БИОТОП

Состав биоценоза представлен растительным сообществом – **фитоценозом**; сообществом животных – **зооценозом** и микроорганизмами, которые образуют в почве, в водной или воздушной среде микробные биокомплексы – **микробоценозы**. Взаимодействуя с компонентами биоценоза почва и грунтовые воды образуют **эдафотоп**, а атмосфера – **климатоп** (рис. 1). Компоненты, относящиеся к неживой природе, образуют косное единство – **экотоп**. Относительно однородное по абиотическим условиям пространство, занятое биоценозом, называют **биотопом**.

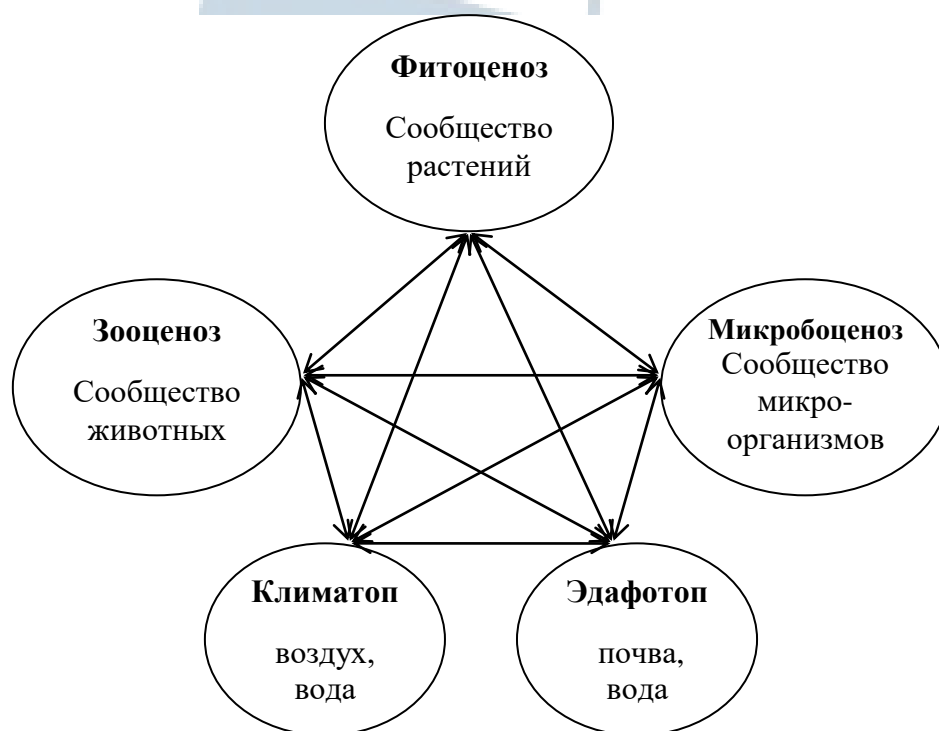


Рис 1. Схема биогеоценоза (по Сукачеву В.Н., [4])

Биоценоз и биотоп оказывают друг на друга взаимное влияние, выражающееся главным образом в непрерывном обмене энергией как между двумя составляющими, так и внутри каждой из них. Масштаб биоценологических группировок организмов весьма различен от сообществ, например, лишайников на стволах деревьев или разлагающегося пня до населения ландшафтов: лесов, степей, пустынь и т. д.

1.3. Пищевая цепь – это последовательность организмов, в которой один из них поедает или разлагает другой. Каждое звено пищевой цепи называют *трофическим уровнем*. Различают пастбищные и детритные пищевые цепи. *Пастбищные пищевые цепи* начинаются с зеленого (живого) растения, например: ТРАВА – КУЗНЕЧИК – ТРАВЯНАЯ ЛЯГУШКА – ОБЫКНОВЕННЫЙ УЖ. *Детритные пищевые цепи* начинаются с детрита (трупов, останков), например: ОПАВШИЙ ЛИСТ – ТЛЯ – БОЖЬЯ КОРОВКА – ПАУК – СИНИЦА.

1.4. Экологические пирамиды – графическое представление цепей питания (трофических уровней). Различают пирамиды численности, биомасс и энергии. *Пирамида численности* впервые введена американским экологом Элтоном Ч. (1921) и отражает количество видов на данном трофическом (пищевом) уровне. *Пирамида биомасс*

определяет суммарную массу организмов на каждом трофическом уровне (рис. 2) [19].

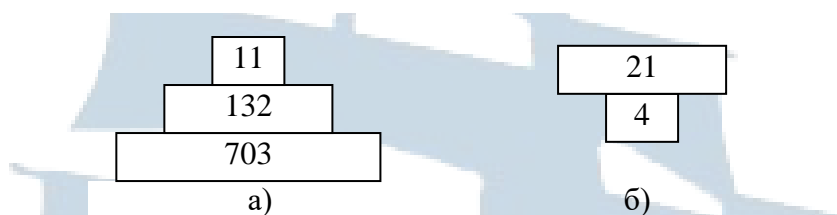


Рис. 2. Пирамиды биомасс биоценозов кораллового рифа (а) и пролива Ла-Манш (б), в граммах на 1 м² [19]

Пирамида энергий отражает количество энергии (на единицу площади или объема), прошедшей через определенный трофический уровень за принятый период времени. К основанию пирамиды энергий часто добавляют еще один прямоугольник, отражающий поступление энергии от солнца (рис. 3).




Рис. 3. Экологические пирамиды для пищевой цепи «люцерна – теленок – мальчик» (по Одуму Ю., 1986) [20]

Для энергетических пирамид справедливо правило 10 % (закон Линдемана Р., 1942): с одного трофического (пищевого) уровня на последующий трофический уровень переходит не более 10 % энергии.

1.5. Выделяют **взаимосвязи и взаимоотношения организмов** в экосистемах как различные понятия. Взаимосвязи обычно классифицируются по «интересам», на базе которых организмы строят свои отношения.

Самый распространенный тип связей основывается на интересах питания и называется **пищевым, или трофическим** (греч. трофо – питание). В данный тип связей выделяется питание одного организма другим или продуктами его жизнедеятельности. На базе трофических



связей возникают **цепи питания**, включающие группы организмов, одни из которых служат пищей для других. В природе пищевые цепи редко изолированы друг от друга, в основном они взаимосвязаны и образуют сложную пищевую сеть.


Связи, основанные на использовании местообитаний, носят название **топических** (греч. *топос* – место). Например, топические связи возникают между животными и растениями, которые предоставляют им убежище или местообитание (насекомые, прячущиеся в расщелинах коры деревьев или живущие в гнездах птиц; растения, поселяющиеся на стволах деревьев (но не паразиты)). Не только трофическими, но и топическими отношениями связаны паразиты с организмами, на которых они паразитируют.

Следующий тип связей, которые носят название **форических** (лат. *форас* – наружу, вон), возникает в том случае, если одни организмы участвуют в распространении других или их зачатков (семян, плодов, спор). Животными это распространение может осуществляться как на наружных покровах, так и в пищеварительном тракте.

Выделяют также тип связей, которые носят название **фабрических** (лат. *фабрикацио* – изготовление). Для него характерно использование одними организмами других или их продуктов жизнедеятельности, частей (например, растений, перьевого покрова, шерсти, пуха) для постройки гнезд, убежищ и т. п.

Взаимоотношения организмов строятся по принципу влияния, которое оказывают одни организмы на другие в процессе взаимных контактов. Эти взаимоотношения можно обозначить математически значками «+», «-», «0» (положительно, отрицательно, нейтрально).

Если взаимоотношения обоим партнерам выгодны, они обозначаются значками (+,+) и носят название **симбиоза или мутуализма**. Степень этих связей различна. В ряде случаев организмы настолько тесно связаны, что функционируют как единый организм. Например, лишайники, представляющие симбиоз гриба и водоросли. Водоросль поставляет грибу продукты фотосинтеза, а гриб для водоросли является поставщиком минеральных веществ и, кроме того, субстратом, на котором она живет. В то же время сожителство грибов с корнями растений (микориза) носит хотя и взаимовыгодные, но не в такой степени тесные взаимоотношения. Тип взаимовыгодных отношений широко распространен среди организмов. Сюда относятся и микроорга-



низмы, населяющие пищеварительный тракт животных, способствуя усвоению пищи; и, в ряде случаев, травоядные животные.


Взаимоотношения, которые положительны для одного вида и отрицательны для другого (+,—), характеризуются как **хищничество и паразитизм**. Хищник и паразит обычно вырабатывают адаптации к использованию других организмов (их жертв и хозяев), а последние, в свою очередь, — приспособления, которые сохраняли бы им жизнь. Эти типы взаимоотношений обычно играют большую роль в регулировании численности организмов. Интенсивное размножение хищников и паразитов обычно имеет следствием уменьшение численности тех организмов, которыми они питаются (жертв и хозяев).

В свою очередь уменьшение численности жертв и хозяев подрывает кормовую базу хищников и паразитов, что ведёт к сокращению их численности и т. д. Хотя взаимоотношения типа хищничества и паразитизма сходны по результатам влияния на численность особей, они резко различаются по образу жизни и адаптациям. Во взаимоотношениях **хищник — жертва** оба организма постоянно совершенствуются: первый в плане успешности охоты, второй — в отношении самосохранения. И в том и в другом требуется быстрая реакция, высокая скорость передвижения, хорошее зрение, обоняние и т. п.

Во втором типе взаимоотношений (**хозяин-паразит**) у паразита адаптации идут по пути специализации структур на использование хозяина как источника пищи и «благоустроенного» местообитания. Результатом этого является упрощение многих органов (пищеварительный тракт, кожные покровы, органы передвижения, чувств и др.). Жизнь паразита очень тесно связана с хозяином, поэтому он адаптирован на сохранение последнего, а так же на выживание во внешней среде после смерти хозяина. Достигается это за счёт большого количества зачатков (семян, спор и т. п.).

Адаптации хозяина направлены обычно на уменьшение вреда от паразита. В ряде случаев адаптации паразитов и хозяев приводят к их взаимовыгодным отношениям типа симбиоза.

Взаимоотношения, невыгодные обоим партнёрам (—,—), носят название **конкуренции**, которая тем сильнее, чем ближе потребности организмов к фактору или условию, за которые они конкурируют. В этом отношении наиболее близки интересы организмов одного вида, и следовательно, **внутривидовая** конкуренция рассматривается как более острая по сравнению с **межвидовой**.



Менее распространённым типом взаимоотношений является **комменсализм** (франц. *комменсал* – сотрапезник) отношения положительные для одного и безразличные для другого партнёра (+,0), его иногда делят на **нахлебничество**, когда один организм поедает остатки пищи со «стола» другого (крупного) организма (например, акулы и сопровождающие их мелкие рыбы; львы и гиены) и **квартиранство**, или синойкийю (греч. *синойкос* – сожительство), когда одни организмы используют других, как «квартиру», убежище. Например, молодь некоторых морских рыб прячется под зонтик из щупалец медуз, или некоторые насекомые живут в норах животных, гнёздах птиц, используя их только для укрытия.

Не часто встречается также **аменсализм** (лат. *аменс* – безрасудный, безумный) – отрицательный для одного организма и безразличный для другого (-,0). Например, светолюбивое растение, попавшее под полог леса.

Отношения, при которых организмы, занимая сходные местообитания, практически не оказывают влияния друг на друга, носят название **нейтрализма** (0,0). Например, белки и лоси в лесу.

Важной характеристикой экосистем является разнообразие видового состава. Чем больше видовое разнообразие, тем выше устойчивость экосистем к неблагоприятным факторам среды. Разнообразие обеспечивает как бы подстраховку, дублирование устойчивости. Вид, который присутствует в числе единичных экземпляров, при неблагоприятных условиях для широко представленного вида, в том числе и доминантного может резко увеличить свою численность и таким образом заполнить освободившееся пространство (экологическую нишу), сохранив экосистему как единое целое, хотя и с несколько иными свойствами.

1.6. Гидробионты – организмы, населяющие Мировой океан, подразделяются на три основные группы: планктон, нектон и бентос (рис. 4).

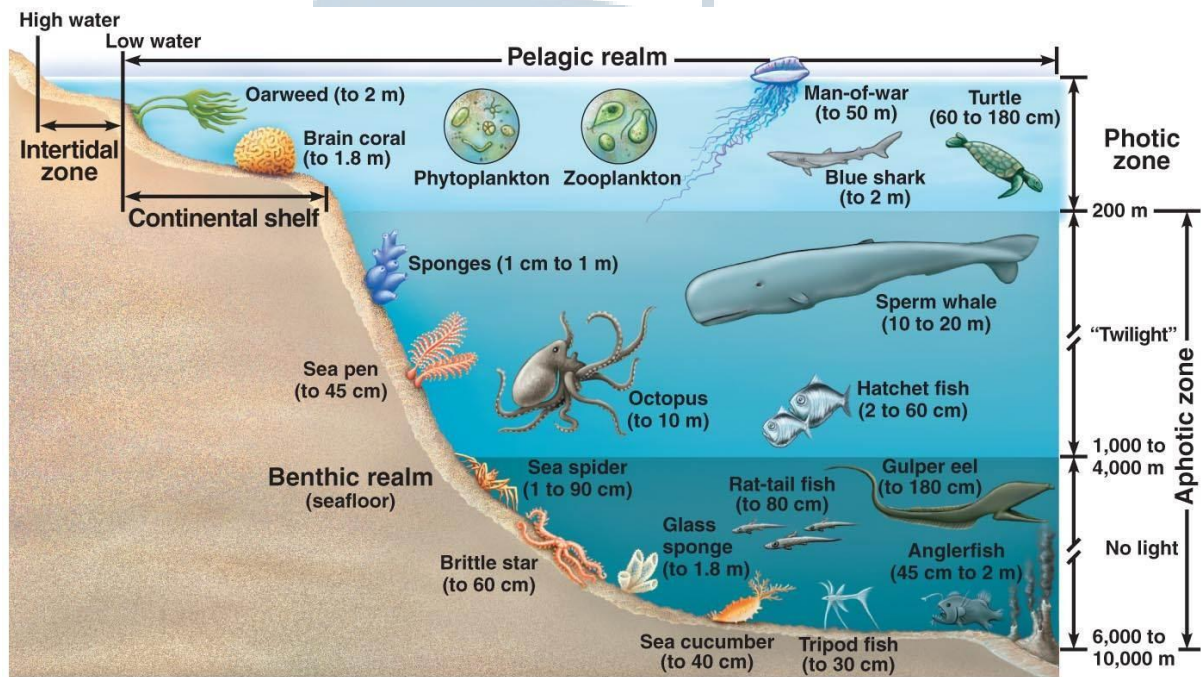


Рис 4. Распределение гидробионтов в Мировом океане (источник: sciencewithmsbarton.wordpress.com)

Планктон («блуждающий») – организмы, не способные перемещаться самостоятельно на большие расстояния, сопротивляться течению, подразделяются на фитопланктон (диатомовые и некоторые другие водоросли), зоопланктон (животные, свободно парящие в океанских и морских водах – простейшие, некоторые кишечнополостные, моллюски, ракообразные, яйца и личинки рыб, личинки различных беспозвоночных животных) и бактериопланктон (пример, цианопланктон). **Нектон** («плавающий») – рыбы и морские животные, способные самостоятельно активно передвигаться в воде и противостоять течению, не имеющие непосредственной связи с дном (кальмары, рыбы, морские змеи, черепахи, китообразные, ластоногие, пингвины). **Бентос** – растения (фитобентос – водоросли) и животные (зообентос), обитающие на дне океанов от прибрежной зоны до больших глубин. Пример зообентоса – морские звёзды, крабы, устрицы, камбалы, скаты, мидии, метиола, мия, морской огурец, анемоны, гребешки, блюдечки и др.

1.7. Вертикальная структура Мирового океана

По геоморфологическим и геологическим особенностям в Мировом океане выделяются следующие основные формы рельефа: шельф или материковая отмель, материковый склон, ложе океана и впадины (глубоководные желоба) (рис. 5).



Рис. 5. Схема вертикальной структуры Мирового океана [19]

1. Континентальный шельф (материковая отмель) – мелководная область (продуцирующая). Зоны: супралитораль (район приливов); **литораль** (глубина ± 0 м); сублитораль (глубина 0-200 м) – освещенная зона. Переходный горизонт от 200-500 до 1 000 м – сумеречная зона.

Континентальный шельф занимает около 8 % всей акватории Мирового океана. Глубина шельфа изменяется в широких пределах – от 20 до 550 м, средняя глубина составляет 100-200 м, но в отдельных случаях она достигает 1 500-2 000 м (например, в Южно-Курильской котловине Охотского моря).

2. Материковый (континентальный) склон – глубинная область (потребляющая). Зона: **батиаль** (500-1 000 до 2 500-3 000 м), *темная зона*. Переходный горизонт (2 500-3 500 м). Материковый склон характеризуется крутыми уклонами и значительной расчлененностью в виде ступеней и поперечных ложбин (подводных каньонов), а также подводных гор, гряд, возвышенностей и котловин. Средний уклон материкового склона равен около 4° , максимальный – до 40° . Под действием силы тяжести осадочный материал перемещается вниз по склону, нередко в виде громадных оползней и скаплива-

ется у его подножия. Склон составляет 12 % площади Мирового океана и простирается от края шельфа до глубины 3-5 км.

Материковое подножие – широкая, наклонная, слегка всхолмленная равнина, расположенная между нижней частью материкового склона и океаническим ложем. Ширина материкового подножия может достигать сотен километров.

3. Океаническое ложе. Зона: *абиссаль* (3 000-3 500 до 6 000 м) – делится на верхнюю абиссаль (3 000-4 500 м) и нижнюю абиссаль (4 500-6 000 м); глубокая и наиболее обширная (80 % площади Мирового океана) область океанического дна, где наряду с плоскими участками встречаются подводные хребты, обширные плато, впадины, желоба, т. е. разломы, вытянутые нередко на тысячи километров. Широко распространены подводные вулканы.

4. Глубоководные желоба. Зона: *ультраабиссаль* (глубины больше 6 000 м). Максимальная глубина – 11 022 м (Марианский желоб).

Подводные хребты Мирового океана простираются до высоты нескольких километров. Они делят дно всех океанов на ряд крупных котловин и впадин. Длина таких срединно-океанических хребтов с ответвлениями составляет свыше 60 тыс. км, ширина – 250-450 км (до 1 200 км на отдельных участках). Некоторые вершины образуют вулканические острова (о. Пасхи, Св. Елены, Буве, Амстердам). Рельеф подводных хребтов с сильно расчлененными гребнями и склонами представляет собой сложную топографическую поверхность.

1.8. Устойчивость и динамика экосистемы

Равновесие экосистемы – это равновесие популяций. Стабильность экосистемы предполагает, что численность популяции каждого входящего в нее вида остается относительно неизменной. Устойчивое увеличение или уменьшение популяции приводит к изменению экосистемы. Стабильность популяции означает, что рождаемость и смертность находятся в равновесии, а они зависят от *биотического потенциала и сопротивления среды*.

Биотический потенциал – совокупность всех экологических факторов, способствующих увеличению численности популяции или видовой способности к размножению при отсутствии ограничений со стороны среды [19]. У большинства видов биотический потенциал достаточно высок и при благоприятных условиях среды рост численности популяции может быть очень быстрым. При этом говорят о *популяционном взрыве*. В природе такое наблюдается очень редко, так как вероятность того, что все условия окажутся благоприятными, мала.

Сопrotивление среды – сочетание факторов, ограничивающих рост (лимитирующих факторов). Сопrotивление среды сильнее всего действует на молодые особи. Как следствие, изменение численности популяции зависит от соотношения между биотическим потенциалом (прибавлением особей) и сопротивлением среды (гибелью особей):

$$\frac{\text{Изменение численности популяции}}{\text{}} = \frac{\text{Биотический потенциал}}{\text{Сопrotивление среды}}$$

Видовое разнообразие. Важной характеристикой экосистем является *разнообразие видового состава*. Чем больше видовое разнообразие, тем выше устойчивость экосистем к неблагоприятным факторам среды. Разнообразие обеспечивает как бы подстраховку, дублирование устойчивости. Вид, который присутствует в числе единичных экземпляров, при неблагоприятных условиях для широко представленного вида, в том числе и доминантного, может резко увеличить свою численность и таким образом заполнить освободившееся пространство (экологическую нишу), сохранив экосистему как единое целое, хотя и с несколько иными свойствами.

Динамика экосистем – сукцессия

Сукцессия (франц. – преемственность, наследование) – процесс смены одних биоценозов другими на определенной территории (биотопе). Различают *первичную* и *вторичную* сукцессии.

Первичная сукцессия – процесс развития и смены экосистем на незаселенных ранее участках, начинающийся с их колонизации (пример: обрастание голых скал мхом и впоследствии – развитие на ней леса).

Вторичная сукцессия – восстановление экосистемы, когда-то уже существовавшей на данной территории (например, восстановление экосистемы после пожара). Для вторичной сукцессии важно наличие с самого начала плодородного слоя почвы. Если он уничтожен, например, эрозией, сукцессия может пойти по типу первичной. Вторичные сукцессии протекают значительно быстрее первичных [3].


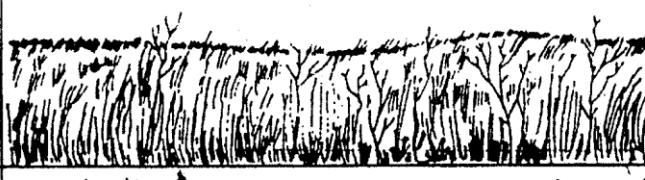




Злак росичка	Годы	
	0-1	
Высокие злаки / разно- травье	1-3	
Появле- ние всходов сосны	3-10	
Сосняк	10-30	
Проник- новение листвен- ных пород	30-70	
Климат- совый листвен- ный лес	70+	

Рис. 6. Вторичная сукцессия, по Небелу Б. (1993) [18]

Климатическая экосистема. Сукцессия завершается стадией, когда все виды экосистемы сохраняют относительно постоянную численность и дальнейшей смены ее состава не происходит. Такое равновесное состояние называется *климаксом* (греч. – лестница), а экосистема – *климаксовой* (например, пустыни).

Для любой сукцессии характерны следующие общие закономерности протекания процесса.

1. На начальных стадиях видовое разнообразие незначительно, продуктивность и биомасса малы. По мере развития сукцессии эти показатели возрастают.

2. С развитием сукцессии увеличиваются взаимосвязи между организмами, полнее осваивается среда обитания, усложняются цепи и сети питания.

3. Уменьшается количество свободных экологических ниш, а в климаксовых экосистемах они либо отсутствуют, либо находятся в минимальном количестве.

4. Ускоряются процессы круговорота веществ, потока энергии.

5. В зрелой стадии климаксовой экосистемы биомасса достигает максимума или близка к максимуму вследствие полного освоения пространства.

Экологическое нарушение – внезапное резкое увеличение численности одних видов за счет гибели других. Экологическое нарушение возникает при непродуманном воздействии человека на природу (например, сброс биогенов в водоем) или вторжении в экосистему новых, **интродуцированных** (ввезенных) видов. Классический пример: в Австралию были завезены кролики. На новом месте у них не оказалось естественных врагов – хищников и паразитов. Они размножались в таких количествах, что стали национальным бедствием.

Естественные изменения экосистем проходят по типу сукцессии; вмешательство человека в экосистему часто приводит к ее экологическому нарушению, а в некоторых случаях – к гибели. Примеры человеческой деятельности, приводящие к исчезновению видов, экологическим нарушениям и гибели экосистем [3]:

– полное уничтожение природных экосистем ради удовлетворения собственных потребностей (сведение (вырубка) лесов для выращивания сельскохозяйственных культур, строительства домов и т. д., а также ради получения дров и древесины);

– переполнение рек и прокладка каналов, что приводит к затоплению одних площадей и осушению других;

– загрязнение воздуха, воды и почвы отходами производства;

– преднамеренная или случайная интродукция видов;

– чрезмерный выпас домашнего скота;

– сброс богатых биогенами сточных вод в природные водоемы;

– преднамеренное уничтожение хищников;

– использование пестицидов с непредсказуемыми побочными эффектами;

– чрезмерно интенсивная охота, рыболовство и т. д.

III. Порядок выполнения работы

1. Дать определение *экосистемы* и *биогеоценоза* (объяснить: чем отличаются эти два понятия), а также характеристику их биотической и абиотической структуры, для этого заполнить табл. 1.

Сравнительная характеристика экосистемы и биогеоценоза

Структура: <i>биотическая</i> (живые организмы) и <i>абиотическая</i> (неживая среда обитания)		Экосистема	Биогеоценоз	
		Автор термина, год	Автор термина, год	
Биота	Растения	Продуценты	Фитоценоз	Биоценоз
	Животные	
	Микроорганизмы	
Абиотическая среда	Воздушная	Биотоп
	Водная	
	Почвенная	

2. Трофические уровни. Пищевые цепи и сети. Привести примеры, нарисовать пищевую сеть (например, для лесной экосистемы).

3. Экологические пирамиды, правило 10 % (закон Линдемана Р.). Нарисовать три вида экологических пирамид (чисел, биомассы и энергии) для одной пищевой цепи: «люцерна-тенок-мальчик» (рис. 3). Рассчитать: 1) сколько весит один тенок (в кг); 2) сколько кг люцерны в сутки съедает 1 тенок; 3) сколько весит одна люцерна (в граммах).

4. Заполнить табл. 2 «Взаимосвязи и взаимоотношения организмов в экосистемах», где «+» – выгодные взаимоотношения, «-» – не выгодные, «0» – нейтральные.

Таблица 2

Взаимосвязи и взаимоотношения организмов в экосистемах

№	Вид	Название	Примеры
1	++		
2	+ -		
3	--		
4	+ 0		
5	- 0		
6	0 0		

5. Морские экосистемы. Гидробионты: планктон, нектон, бентос (дать определение и привести примеры, составить пищевую цепь).

6. Нарисовать вертикальную структуру Мирового океана (в метрах или километрах) с указанием морфологических зон: литораль (континентальный шельф), батраль (материковый склон), абиссаль (океаническое ложе), ультраабиссаль (глубоководные желоба) (рис. 5).

Контрольные вопросы

1. Дайте определение: продуценты, консументы, редуценты, автотрофы, гетеротрофы.

2. Дайте определение: трофический уровень, фитофаги, зоофаги, детритофаги, сапрофаги.

3. Чем отличается пастбищная пищевая цепь от детритной?

4. Дайте определение: экосистема, биоценоз, биогеоценоз.

5. Дайте определение: фитоценоз, зооценоз, микробиоценоз.

6. Дайте определение: климатоп, эдафотоп, биотоп.

7. Дайте определение: гидробионты, планктон, фитопланктон, зоопланктон, нектон, бентос, фитобентос, зообентос.

8. Сформулируйте правило 10 % (закон Линдемана Р.).

9. Что называется экологической пирамидой? Назовите виды экологических пирамид.

10. Дайте определение: симбиоз, комменсализм, аменсализм, паразитизм, хищничество, нейтрализм, мутуализм.

11. Дайте определение: литораль, батраль, абиссаль, ультраабиссаль.


12. Дайте определения: сукцессия, климаксовая экосистема.

Тема 2. Факторы среды

I. Цель работы: изучить понятия: среда обитания, экологические факторы. Определить роль света, воды и температуры для живых организмов, способы и виды адаптации организмов к этим факторам среды.

II. Описание работы

Каждый организм постоянно находится в прямых или косвенных отношениях с разнообразными биотическими и абиотическими факторами, компонентами окружающей среды обитания.



Среда – весь спектр окружающих организм элементов и условий, в которых обитает любой организм и с чем непосредственно взаимодействует.

В земных условиях существуют **четыре основных типа среды обитания организмов**: водная, наземная (воздушная), почвенная, а также тело другого организма, используемое паразитами.

Экологический фактор (от лат. *Factor* – делающий, производящий; движущая сила, причина какого-либо процесса, явления) – **любой элемент окружающей среды, способный прямо или косвенно влиять на живой организм** [19].


По значимости выделяют **главные и второстепенные факторы**. **Главные факторы** – пища, вода, воздух, температура, свет – определяются как условия существования, без которых невозможна жизнь и развитие живого организма. **Второстепенные факторы**, действующие не обязательно постоянно, но влияющие на развитие, интенсивность жизнедеятельности и распространение видов, называют **факторами воздействия**.

По природе и характеру действия факторы среды подразделяются на **биотические (биогенные)** – факторы живой природы, **абиотические (абиогенные)** – факторы косной (неживой) природы и **антропогенные** – связанные с деятельностью человека.

Биотические факторы – это формы воздействия одних организмов на другие. Все биотические факторы обусловлены внутривидовыми и межвидовыми взаимодействиями (см. Тема 1, взаимосвязи и взаимоотношения организмов). По воздействию биотические факторы также подразделяются на **фитогенные** (воздействие растений), **зоогенные** (воздействие животных) и **микробогенные** (воздействие микроорганизмов).

Абиотические факторы – это факторы неорганической (неживой) природы: свет, температура, влажность, давление, агрегатное состояние самой среды, химический состав среды, концентрация веществ в ней. К абиотическим факторам относят такие факторы, как физические поля (гравитационное, магнитное), ионизирующая и проникающая радиация, суточные и сезонные изменения в природе.

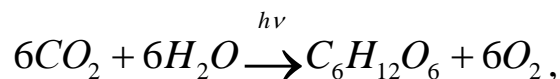
Антропогенные факторы – факторы, связанные с хозяйственной деятельностью человека (изъятие природных ресурсов, изменение ландшафтов, загрязнение природной среды, техногенные и нетехногенные факторы). **Техногенные факторы** связаны с производством, с применением техники, машин, строительства. **Нетехногенные факторы** связаны с бытом и поведением человека в природе (свалки бытовых отходов, мусора, последствия «активного отдыха» и т. д.).



Границы между биотическими, абиотическими и антропогенными факторами условны, и некоторые абиотические факторы имеют биогенное или техногенное происхождение (состав воздуха, качество воды, свойства почвы и т. д.).

2.1. Свет и его роль в жизни организмов [12]

Свет – это первичный источник энергии, без которого невозможна жизнь на Земле. Свет участвует в фотосинтезе растений, обеспечивая создание органических соединений из неорганических:




где $h\nu$ – энергия света. В фотосинтезе участвует лишь часть спектра с длиной волны λ в пределах от 380 до 780 нм, которую называют областью *физиологически активной радиации* (ФАР). Наибольшее значение для фотосинтеза имеют красно-оранжевые лучи (600-700 нм) и фиолетово-голубые (400-500 нм), наименьшее – желто-зеленые (500-600 нм), которые отражаются и придают хлорофиллоносным растениям зеленую окраску.

За пределами видимого спектра и ФАР остаются инфракрасная (ИК) и ультрафиолетовая (УФ) области. *УФ-излучение* несет много энергии и обладает фотохимическим воздействием – организмы к нему очень чувствительны. УФ лучи с $\lambda > 320$ нм (мягкий ультрафиолет) в малых дозах необходим животным и человеку, так как под их действием в организме образуется витамин D, необходимый для усвоения кальция. Излучение с $\lambda < 290$ нм (жесткий ультрафиолет) губительно для живого, но до поверхности Земли оно не доходит, поглощаясь озоновым слоем атмосферы (см. истощение озонового слоя, Тема 5).

ИК-излучение обладает значительно меньшей энергией, легко поглощается водой, но некоторые сухопутные организмы используют его для поднятия температуры тела выше окружающей.

Важное значение для организмов имеет *интенсивность освещения*. Растения по отношению к освещенности подразделяются на **светолюбивые** – **гелиофиты** (луговые травы, хлебные злаки, которые не выносят тени.), **тенелюбивые** – **сциофиты** (растения таежных ельников, лесостепных дубрав, тропических лесов, которые не выносят яркого солнечного света) и **теньвыносливые** – факультативные гелиофиты, которые имеют широкий диапазон толерантности к свету и могут развиваться как при яркой освещенности, так и в тени.



Свет имеет большое *сигнальное значение* и вызывает *регуляторные адаптации* организмов. **Фотопериод** – некое «реле времени», или «пусковой механизм», включающий последовательность физиологических процессов в живом организме. **Фотопериодизм** – реакция организма на сезонные изменения длины светового дня. Длина дня в данном месте, в данное время года всегда одинакова, что позволяет растению и животному определиться на данной широте со временем года, т. е. временем начала цветения, созревания и т. п.

Фотопериодизм нельзя отождествлять с обычными *внешними суточными ритмами*, обусловленными просто сменой дня и ночи. Однако суточная цикличность жизнедеятельности у животных и человека переходит во врожденные свойства вида, т. е. становится *внутренними (эндогенными) ритмами*. Эти ритмы помогают организму чувствовать время, и эту способность называют **«биологическими часами»**. Они помогают птицам при перелетах ориентироваться по солнцу и вообще ориентируют организмы в более сложных ритмах природы.


В субтропической и тропической зоне, где длина дня по сезонам года меняется мало, фотопериод не может служить важным экологическим фактором – на смену ему приходит чередование засушливых и дождливых сезонов, а в высокогорье главным сигнальным фактором становится температура.

2.2. Экологическое значение воды [12]

Вода – главный фактор существования организмов, так как все физиологические процессы в организме происходят в водных растворах, является *лимитирующим фактором* как в наземных, так и в водных местообитаниях, если там ее количество подвержено резким изменениям (приливы, отливы) или происходит ее потеря организмом в сильно соленой воде осмотическим путем.

Вода расходуется на фотосинтез, всего около 0,5 % всасывается клетками, а 97-99 % ее уходит на **транспирацию** – испарение через листья.

В зависимости от способов адаптации растений к влажности выделяют несколько *экологических групп*, например: **гигрофиты** – наземные растения, живущие в очень влажных почвах и в условиях повышенной влажности (рис, папирус); **мезофиты** – переносят незначительную засуху (древесные растения различных климатических зон, травянистые растения дубрав, большинство культурных растений и др.); **ксерофиты** – растения сухих степей и пустынь, способные



накапливать влагу в мясистых листьях и стеблях – *суккуленты* (алоэ, кактусы и др.), а также обладающие большой всасывающей силой корней и способные снижать транспирацию с узкими мелкими листьями – *склерофиты*;

У животных по отношению к воде выделяются свои *экологические группы*: *гигрофилы* (влаголюбивые) и *ксерофилы* (сухлюбивые), а также промежуточная группа – *мезофилы*. Способы регуляции водного баланса у них поведенческие, морфологические и физиологические.

Адаптация организмов к воде

Поведенческая адаптация к воде у животных – перемещение в более влажные места, периодическое посещение водоемов, переход к ночному образу жизни и др. **Морфологическая адаптация** – приспособления, задерживающие воду в теле: раковины наземных улиток, роговые покровы у рептилий, и др. **Физиологическая адаптация** – образование *метаболической воды*, являющейся результатом обмена веществ и позволяющей обходиться без питьевой воды. Она широко используется насекомыми и животными, которые могут выдержать потерю воды – *обезвоживание*, например, верблюд – 27 %, овца – 23 %, собака – 17 %. Человек погибает уже при 10 % потери воды. Пойкилотермные животные более выносливы, так как им не приходится использовать воду на охлаждение, как теплокровным.

2.3. Влияние температуры на организмы [12]

Температура – главный фактор существования организма, так как возможность прохождения биохимических процессов в значительной степени зависит от температуры. При температуре ниже точки замерзания живая клетка физически повреждается образующимися кристаллами льда и гибнет, а при высоких температурах происходит денатурация ферментов (денатурация – изменение естественных свойств белков при изменениях физических и химических условий среды). Абсолютное большинство растений и животных не выдерживает отрицательных температур тела. Оптимальная температура для всех живых систем находится в пределах 15-25 °С; минимальная температура ~ 0°С, максимальная – редко превышает 40-45 °С.

Животные, способные выносить значительные колебания температуры, называются *эвритермными* и, наоборот, имеющие узкий диапазон толерантности к температуре называются *стенотермными* (рис. 7).

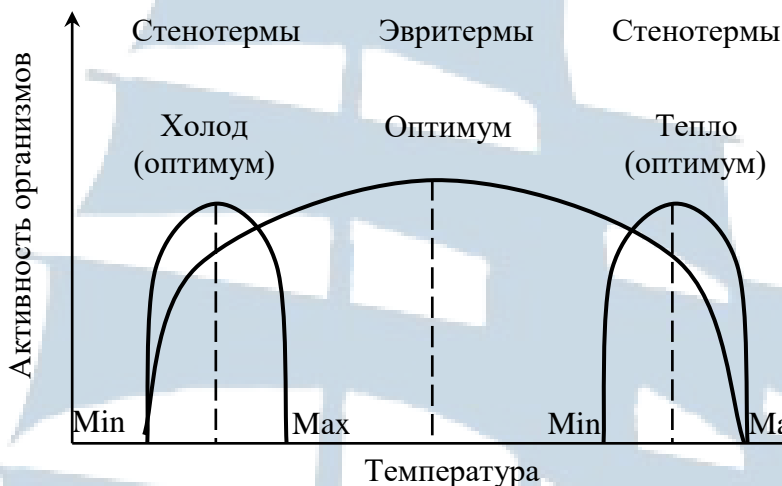



Рис. 7. Сравнение относительных пределов выносливости стенотермных и эвритермных организмов [12]

По адаптации к температуре животные подразделяют на пойкилотермных и гомойотермных. **Пойкилотермные** – животные у которых температура тела меняется с изменением температуры окружающей среды: земноводные, пресмыкающиеся, насекомые и др. **Гомойотермные** организмы имеют постоянную температуру тела, независимую от температуры внешней среды: млекопитающие (в том числе и человек), имеющие температуру тела 36-37 °С, и птицы с температурой тела 40 °С.

Активную жизнь при температуре ниже нуля могут вести только гомойотермные животные. Пойкилотермные хотя выдерживают температуру значительно ниже нуля, но при этом теряют подвижность. Температура порядка 40 °С для большинства животных предельна.

Не меньшее значение температура играет в жизни растений. При повышении температуры на 10 °С интенсивность фотосинтеза увеличивается в два раза, но лишь до 30-35 °С, затем его интенсивность падает, а при 40-45 °С фотосинтез вообще прекращается. При 50 °С большинство наземных растений погибает, что связано с интенсификацией дыхания растений при повышении температуры.

Температура влияет и на ход корневого питания у растений: температура почвы на всасывающих участках на несколько градусов ниже температуры наземной части растения. Нарушение этого равновесия влечет за собой угнетение жизнедеятельности растения и даже его гибель. В водной среде благодаря высокой теплоемкости воды изменения температуры менее резкие и условия более стабильные, чем на суше.



Изменение температуры по мере подъема в воздушной среде или погружения в водную среду называют **температурной стратификацией**. Обычно и в том и в другом случае наблюдается непрерывное снижение температуры с определенным градиентом. Тем не менее, существуют и иные варианты. Так, в летний период поверхностные воды нагреваются сильнее глубинных. В связи со значительным уменьшением плотности воды по мере нагрева начинается ее циркуляция в поверхностном нагретом слое без смешения с более плотной, холодной водой нижерасположенных слоев. В результате между теплым и холодным слоями образуется промежуточная зона с резким градиентом температуры. Все это влияет на размещение в воде живых организмов, а также на перенос и рассеивание поступающих примесей.


Подобное явление встречается и в атмосфере, когда охлажденные слои воздуха смещаются вниз и располагаются под теплыми слоями, т. е. имеет место **температурная инверсия** (повышение температуры воздуха с высотой в некотором слое атмосферы вместо обычного понижения), способствующая накоплению загрязняющих веществ в приземном слое воздуха. Инверсии способствуют некоторые особенности рельефа, например, котлованы и долины. Она возникает при наличии на определенной высоте веществ, например, аэрозолей, нагреваемых непосредственно за счет прямого солнечного излучения, что вызывает более интенсивное прогревание верхних воздушных слоев (см. Лондонский смог, Тема № 6).

В почвенной среде суточная и сезонная стабильность (колебания) температуры зависят от глубины. Значительный градиент температур (а также влажности) позволяет обитателям почвы обеспечивать себе благоприятную среду путем незначительных перемещений.

Адаптации организмов к температуре

Морфологическая адаптация растений к низким температурам. Различают *жизненные формы растений*, которые, например, можно выделить по положению почек, растительных видов по отношению к поверхности почвы и к защите, которую они получают от снежного покрова, лесной подстилки, слоя почвы и т. п. [12].

Вот некоторые из форм (по Раункеру): **эпифиты** – растут на других растениях и не имеют корней в почве; **фанерофиты** (деревья, кустарники, лианы) – их почки остаются над поверхностью снега и нуждаются в защите покровными чешуйками; **криптофиты** или **геофиты** – теряют всю видимую растительную массу и прячут свои почки в клубнях, луковицах или корневищах, скрытых в почве; **те-**



рофиты – однолетние растения, отмирающие с наступлением неблагоприятного сезона, выживают лишь их семена или споры.

Морфологическая адаптация животных к температуре. *Правилом Бергмана (1847): среди сходных форм теплокровных (гомойотермных) животных наиболее крупными являются виды, которые живут в условиях более холодного климата – в высоких широтах или в горах.* Размер тела теплокровных животных в холодном климате больше, чем в теплом, потому что под воздействием низких температур (от -20 до -40 °С) они вынуждены накапливать питательные вещества и увеличивать массу тела, например, из всех тигров самый крупный амурский тигр, живущий в наиболее северных и суровых условиях.


Правило Алена (1877): у гомойотермных (теплокровных) животных выступающие части тел (уши, ноги, хвосты) в холодном климате меньше, чем в теплом. Чем больше уши и хвосты, тем больше поверхность тела, через которую уходит тепло. Для северных животных это не выгодно, поэтому уши и хвосты у них маленькие. Для южных родственников – наоборот, удобно иметь большую поверхность, чтобы хоть как-то охладиться [4].

Одним из видов **физиологической адаптации** является **акклиматизация** – физиологическое приспособление к перенесению жары или холода. Например, борьба с перегревом – путем увеличения испарения; борьба с охлаждением у пойкилотермных животных – путем частичного обезвоживания своего тела или накопления специальных веществ, понижающих точку замерзания, у гомойотермных – за счет изменения обмена веществ.

Поведенческая адаптация – миграция в более теплые края (перелеты птиц; высокогорные серны на зиму переходят на более низкие высоты, и др.), **зимовка** – впадение в спячку на зимний период (сурок, белка, бурый медведь, летучие мыши: они способны понижать температуру своего тела почти до нуля, замедляя метаболизм и трату питательных веществ). **Дианауза** – состояние, когда большинство животных зимой находится в неактивном состоянии, а насекомые – вообще в неподвижном, остановившись в своем развитии. Но многие организмы умеренных широт в этот период ведут активный образ жизни (волки, олени, зайцы и др.), а некоторые даже размножаются (королевские пингвины и др.).

2.4. Обмен веществ (метаболизм) [19]

Во всех клетках происходит интенсивное обновление веществ и структур. Так, некоторые клетки человека живут всего один-два дня



(клетки кишечного эпителия). Поэтому неперенным условием жизни является связь клетки с ОС. Из среды клетка получает различные вещества, которые затем подвергаются превращениям, ведущим к высвобождению энергии, необходимой для клеточной активности. Из поступающих в клетку веществ синтезируются органические соединения, необходимые для построения структур клетки. Во внешнюю среду выводятся не нужные клетке вещества – продукты разложения органических веществ.

Ассимиляция (или *Пластический обмен*) – совокупность реакций синтеза органических молекул, идущих на построение тела клетки. В клетках зеленых растений органические вещества могут синтезироваться из неорганических с использованием энергии света или химической энергии. В клетках животных ассимиляция может идти только за счет использования для синтеза собственных веществ (готовых органических соединений). Процессы ассимиляции протекают с поглощением энергии.

Диссимиляция (или *Энергетический обмен*) – совокупность реакций, в результате которых освобождается необходимая для клетки энергия. Совокупность процессов диссимиляции и ассимиляции, в ходе которых реализуется связь клетки с окружающей средой, называют обменом веществ или **метаболизмом**.

2.5. Биогенные элементы [12] – химические элементы, постоянно входящие в состав организмов и необходимые им для жизнедеятельности. В составе живого вещества более 70 элементов периодической системы Менделеева Д.И., причем больше всего (около 98 % по массе) в клетках кислорода, водорода и углерода. К числу так называемых «универсальных» **макроэлементов** (присутствующих в клетках всех организмов) относятся азот, кальций, калий, фосфор, магний, сера, хлор, натрий.

Свыше 30 металлов (Al, Fe, Cu, Mn, Zn, Mo, Co, Ni, Sr, Se, As и др.) и неметаллов (I, Br, F, B), содержащихся в клетках в малых количествах (обычно тысячные доли процента и ниже) и исключительно необходимых для жизнедеятельности клеток (см. Тема 3, закон Либиха Ю.), называют **микроэлементами**.

Недостаток или недоступная для усвоения организмом форма в окружающей природной среде какого-либо необходимого для жизнедеятельности химического элемента ограничивает рост и размножение живых организмов. Например, **железо** – это один из основных химических элементов, который несет ответственность за нормальное

функционирование всего организма. Этот микроэлемент входит в состав гемоглобина, который отвечает за перенос в ткани кислорода и выводит из них углерод. Без железа эритроциты не смогут правильно функционировать, что приведет к кислородному голоданию. Дефицит железа отрицательно влияет на организм, от нехватки кислорода страдают сердце и головной мозг.

Источники железа животного происхождения: мясо (говядина, свинина, индейка и кролик); печень; скумбрия, горбуша; желток яйца; улитки, устрицы. Источники растительного происхождения: овсяная и гречневая крупа; свекла, сельдерей, помидоры, тыква; курага, финики, чернослив, изюм; грецкие орехи. Для детского организма ежедневная доза составляет 5-15 мг, для женщин – 20 мг, во время беременности – до 30 мг, а для мужского организма суточная норма – 10-15 мг.

2.6. Организмы – биоиндикаторы окружающей среды [19]

Биоиндикаторы – организмы, которые реагируют на изменения окружающей среды своим присутствием или отсутствием, изменением внешнего вида, химического состава, поведения.

Биоиндикаторами могут быть живые организмы, обладающие хорошо выраженной реакцией на внешнее воздействие: различные виды бактерий, водорослей, грибов, растений, животных и т. п. Ведущая роль принадлежит фитоиндикации – изучению реакций растений на стрессовые воздействия. Чаще всего в качестве индикаторов используют мхи, лишайники и древесные растения.

Существует группа растений-индикаторов, указывающих на близкое залегание водоносных почвенных горизонтов в безводных районах. Некоторые растения сопутствуют месторождениям определённых руд и нерудных ископаемых. Изменения во внешнем облике многих растений могут быть показателем повышенной радиоактивности среды.

Биоиндикаторы широко применяются для санитарной оценки вод. Лучший индикатор опасных загрязнений вод – прибрежное обрастание, располагающееся на поверхностных предметах у кромки воды. В чистых водоемах эти обрастания ярко-зеленого цвета или имеют буроватый оттенок. Для загрязненных водоемов характерны белые хлопьевидные образования. При избытке в воде органических веществ и повышения общей минерализации обрастания приобретают синезеленый цвет, так как состоят в основном из синезеленых водорослей.

По составу флоры и фауны вод можно судить об их пригодности для питьевого водоснабжения и об эффективности работы очистных сооружений. Среди водных животных тест-объектами являются: инфузория туфелька (*Paramecium caudatum*), гидра (*Pelmatohydra oligactis*), рыбы-гуппи (*Poecilia reticulata*) и золотая рыбка (*Carassius auratus auratus*), личинки остромордой (*Rana arvalis*) и озерной (*Rana ridibunda*) лягушек и другие.

Дафнии – мелкие ракообразные, очень чувствительные к химическому и радиоактивному загрязнению, потому служат организмами-индикаторами чистоты воды. Учитывая, что дафнии живут и активно размножаются в чистых водоемах, их отсутствие в воде довольно показательно. Зеркальный карп и золотая рыбка становятся беспокойными при наличии в воде стоков нефтяной и химической промышленности. Высокой чувствительностью к загрязнению пресной воды обладают щука и форель.

Некоторые беспозвоночные (моллюски, губки) обладают способностью аккумулировать большое количество радиоактивных элементов и ядохимикатов. Хорошим биоиндикатором промышленного загрязнения являются сапрофаги – диплоподы и дождевые черви, поглощающие значительные количества тяжелых металлов.

По наличию в поверхностных слоях земной коры некоторых групп микроорганизмов можно составить ориентировочное представление о наличии в недрах горючих газов и нефти. При космических исследованиях животные, растения и микроорганизмы используются как биоиндикаторы для выяснения воздействия факторов космического пространства на организмы. Широкое применение нашли микроорганизмы как биоиндикаторы в аналитических работах (определение витаминов, антибиотиков, аминокислот и других веществ).

III. Порядок выполнения работы

В тетради сделать краткий конспект:

1. Экологическое значение света – фотосинтез, фотопериод, категории организмов по отношению к свету, суточная и сезонная цикличность (привести примеры). Биологические часы, привести пример для человека на сутки (от 0 до 24 часов).

2. Экологическое значение воды. Категории организмов по отношению к воде. Адаптация организмов к воде (привести примеры).

3. Экологическое значение температуры. Категории организмов по отношению к температуре окружающей среды. Адаптация организмов к температуре (привести примеры).

4. Экологическое значение биогенных элементов. Заполнить табл. 3 для 4-5 биогенных веществ.

Таблица 3

Экологическое значение биогенных веществ

№	Название биогенного вещества	Значение для здоровья человека	В каких продуктах питания содержится	Суточная доза (мкг)
1				

5. Организмы-биоиндикаторы качества окружающей среды (привести примеры).

Контрольные вопросы

1. Какие факторы среды относятся к биотическим и абиотическим?
2. Дайте определения: гелиофиты, сциофиты, фотопериодизм.
3. Дайте определения: транспирация, гигрофиты, ксерофиты, суккуленты, склерофиты.
4. Дайте определения: эвритермные, stenотермные, гомойотермные, пойкилотермные, температурная инверсия.
5. Сформулируйте Правило Бергмана и Правило Аллена.
6. Дайте определения: ассимиляция, диссимиляция, метаболизм, биогенные вещества.
7. Приведите примеры организмов-биоиндикаторов.

Тема 3. Основные экологические законы

I. Цель работы: ознакомиться с основными экологическими законами. Уметь применять законы для жизнедеятельности не только растений и животных, но и для человека.

II. Описание работы

3.1. Закон минимума. Идея о том, что выносливость организма определяется самым слабым звеном в цепи его экологических по-

требностей, впервые была высказана немецким агрохимиком Либихом Ю. (1840), который первым начал изучение влияния разнообразных факторов на рост растений. Он установил, что урожай зерна часто лимитируется не теми питательными веществами, которые требуются в больших количествах, такими, например, как двуокись углерода и вода (поскольку эти вещества обычно присутствуют в изобилии), а теми, которые требуются в малых количествах (например, бор), но которых в почве мало [3; 4; 12; 18; 19; 20; 29].

Закон минимума Либиха Ю.: «Веществом, находящимся в минимуме, управляется урожай и определяется величина и устойчивость последнего во времени». Фактор, находящийся в недостатке, называется **лимитирующим**.

Классическая формулировка закона: **Рост и развитие организмов зависит, в первую очередь, от тех факторов природной среды, значение которых приближается к экологическому минимуму.** Лимитирующий (ограничительный) закон Либиха применим только в условиях стационарного состояния.

Современная формулировка закона: **При «стационарном состоянии» лимитирующим будет то вещество, доступные количества которого наиболее близки к необходимому минимуму.**

Образно этот закон помогает представить «бочка Либиха» (рис. 8), в которой деревянные доски по бокам разной высоты, как это показано на рисунке. Длина самой короткой доски определяет уровень (min), до которого можно наполнить бочку водой. Длина других досок уже не имеет никакого значения.



Рис. 8. Бочка Либиха

Высокая концентрация некоторого вещества или действие другого (не минимального) фактора может изменять потребление минимального питательного вещества. Иногда организм способен заменять, хотя бы частично, дефицитное вещество другим, химически близким. Так, в местах, где много стронция, моллюски иногда частично заменяют кальций в своих раковинах стронцием.

Формулируя закон минимума, Либих имел в виду лимитирующее воздействие жизненно важных химических элементов, присутствующих в среде небольших и непостоянных количествах. Такие элементы называются *микробиогенными*, к ним относятся железо, медь, цинк, бор, кремний, молибден, хлор, ванадий, кобальт, йод, натрий. Элементы, которые требуются организмам в сравнительно больших количествах, называются *макробиогенными*, например, фосфор, калий, кальций, сера, магний (см. биогенные вещества, Тема 2).

3.2. Закон толерантности

Отсутствие или невозможность процветания организма определяется как недостатком (в качественном или количественном смысле) так и избытком любого их ряда факторов, уровень которых может оказаться близким к пределам переносимого данным организмом. Понятие о том, что наравне с минимумом лимитирующим фактором может быть и максимум, ввел спустя 70 лет после Либиха в 1913 г. американский зоолог Шелфорд В., сформулировавший закон толерантности.

Закон толерантности – лимитирующим фактором процветания популяции (организма) может быть как минимум, так и максимум экологического воздействия, а диапазон между ними определяет величину выносливости (диапазон толерантности) или экологическую валентность организма к данному фактору.

Каждый живой организм может нормально существовать и продолжать свой род только в определенной области значений факторов среды. Для нормального существования наземных животных и человека существуют нижние и верхние пределы температуры, освещенности, концентрации кислорода в воздухе, атмосферного давления и др. Обычно выделяют зону нормальной жизнедеятельности и стрессовые зоны (зоны угнетения), за которыми следуют пределы выносливости (устойчивости). За нижним и верхним пределами устойчивости происходит гибель организма. Зоны воздействия экологических факторов на организмы приведены на рис. 9.



Рис. 9. Зоны воздействия экологического фактора на организм

На оси абсцисс (интенсивность экологического фактора) выделяют оптимум для существования организма, который характеризуется максимальной степенью благоприятности воздействия фактора на организм. Оптимуму соответствует умеренная скорость развития организма при минимальной затрате энергии, а также наименьшая смертность и наибольшая продолжительность существования взрослых особей и их высокая плодовитость. Чем значительнее отклонение действия фактора от оптимума, тем больше данный фактор угнетает жизнедеятельность популяции. Этот диапазон называется зоной угнетения. Максимально (max) и минимально (min) переносимые значения фактора – это критические точки, за пределами которых существование организма или популяции уже невозможно. Область количественных значений какого-либо фактора среды, в пределах которой могут существовать особи данного вида (популяции), называют **зоной толерантности**.

Фундаментальный биологический принцип: для любого вида (растений и животных) существует оптимум – зона нормальной жизнедеятельности, зоны угнетения и пределы толерантности (выносливости, терпимости) по каждому фактору среды.

Закон лимитирующих факторов: даже единственный средовой фактор за границами зоны своего оптимума приводит к угнетенному (стрессовому) состоянию организма, а за пределами толерантности – к его гибели. Такой фактор называется **лимитирующим**. Это может относиться к любому средовому фактору, которого слишком

много или слишком мало (например, как избыток, так и недостаток влаги может привести к гибели растений).

Широкий диапазон толерантности вида по отношению к абиотическим факторам среды обозначают добавлением к названию фактора приставки «*эври*» – широкий и «*стено*» – узкий.

Виды, для существования которых необходимы строго определенные экологические условия, с узким диапазоном толерантности называют *стенобионтами*, а виды, приспособляющиеся к экологической обстановке, с широким диапазоном толерантности, – *эврибионтами*.

Предел толерантности организма изменяется при переходе из одной стадии развития в другую. Часто молодые организмы оказываются более уязвимыми и более требовательными к условиям среды, чем взрослые особи. Наиболее критическим с точки зрения воздействия разных факторов является период размножения: в этот период многие факторы становятся лимитирующими. Например, многие морские животные могут переносить солоноватую или пресную воду с высоким содержанием хлоридов, поэтому они часто заходят в реки вверх по течению. Но их личинки не могут жить в таких водах, так что вид не может размножаться в реке и обосноваться здесь на постоянное место обитание.

К закону толерантности можно сформулировать ряд факторов, дополняющих его.

1. Организмы могут иметь широкий диапазон толерантности в отношении одного фактора и узкий в отношении другого.

2. Организмы с широким диапазоном толерантности ко всем факторам обычно наиболее широко распространены.

3. Если условия по одному экологическому фактору не оптимальны для вида, то может сузиться диапазон толерантности к другим экологическим факторам.

3.3. Закон взаимодействия факторов среды (синергизм, антагонизм, монодоминантность, провокационность)

В природных условиях на организм, группу организмов, экосистему, всегда действует большое число факторов одновременно. Взаимодействия факторов можно подразделить на четыре основных типа: *синергизм, антагонизм, монодоминантность и провокационность*.

Синергизм – взаимное усиление нескольких факторов, обусловленное положительной обратной связью, т. е. когда они усиливают действие друг друга и производят больший эффект, чем сумма дей-

ствия каждого фактора. Например, повышенная влажность и высокая (или низкая) температура воздуха повышают эффект воздействия двух других, а если добавить ветер, то эффект их одновременного воздействия заметно усиливается и ощущается.

Антагонизм – взаимное гашение нескольких факторов, обусловленное обратной отрицательной связью: увеличение популяции саранчи способствует уменьшению пищевых ресурсов и её популяция сокращается.

Провокационность – сочетание положительных и отрицательных для организма воздействий, при этом влияние вторых усилено влиянием первых. Так, чем раньше наступает оттепель, тем сильнее растения страдают от последующих заморозков.

Монодоминантность – один из факторов подавляет действие остальных и его величина имеет определяющее значение для организма. Так, полное отсутствие, либо нахождение в почве элементов минерального питания в резком недостатке или избытке препятствуют нормальному усвоению растениями прочих элементов.

Действие суммы факторов может быть и негативным, когда наблюдается взаимное ослабление эффектов. Однако факторы среды взаимозаменять друга не могут, а могут лишь частично компенсировать действия друг друга. Так, снижение температуры повышает выносливость рыб по отношению к недостатку пищи и кислорода; недостаточная освещенность для растений может быть частично компенсирована повышенной концентрацией углекислого газа; действие повышенной кислотности почвы отчасти нейтрализуется благоприятными окислительно-восстановительными условиями и т. д.

3.4. Закон конкурентного исключения

Экологическая ниша – это место организма в природе (ареал обитания), а также весь его образ жизнедеятельности (статус, роль в обществе), включающий отношения к абиотическим факторам, времени и способам питания, местам размножения и укрытия. Вслед за американским экологом Ю. Одумом представим экологическую нишу как занятие – «профессия» организма плюс «адрес» – место его обитания (**экологическая ниша** = «профессия» + «адрес»).

Конкуренция, по Одуму Ю., – отрицательные взаимоотношения двух организмов, стремящихся к одному и тому же, проявляется в виде борьбы за экологические ниши. Конкуренцию подразделяют на внутривидовую и межвидовую.

Межвидовая конкуренция – взаимно отрицательные отношения совместно проживающих близкородственных или сходных экологических видов. Формы проявления межвидовой конкуренции могут быть весьма различными: от жестокой борьбы до почти мирного сосуществования. Но, как правило, из двух видов с одинаковыми экологическими потребностями один обязательно вытесняет другой.

Межвидовую конкуренцию можно продемонстрировать на простых лабораторных опытах. Так, в опытах биолога Гаузе Г.Ф. (1932) культуры двух видов инфузорий-туфельек со сходным характером питания помещали по отдельности и совместно в сосуды со строго дозированной бактериальной пищей. Каждый вид, помещенный отдельно, успешно размножался, достигая оптимальной численности. При помещении же обеих культур в один сосуд численность одного из видов постепенно уменьшалась и вид погибал, а численность другого не изменялась.

Организмы, ведущие сходный образ жизни и обладающие сходным строением, не обитают в одних и тех же местах, а если и живут рядом, то используют различные ресурсы и активны в разное время. В результате конкуренции в сообществе уживаются только те виды, которые сумели хотя бы немного разойтись в экологических требованиях. Так, в африканских саваннах копытные используют пастбищные корма по-разному: зебры ощипывают верхушки трав, антилопы гну поедают определенные виды растений, газели выщипывают только низкие травы, а антилопы топи кормятся высокими стеблями.

Таким образом, межвидовая конкуренция может иметь два итога: либо вытеснение одного из двух видов из сообщества, либо расхождение обоих видов по экологическим нишам. Процесс разделения популяциями видов пространства и ресурсов называется **дифференциацией экологических ниш**, главным результатом которой является снижение конкуренции.

Принцип конкурентного исключения Гаузе Г.Ф.: *два вида, занимающих одну экологическую нишу, не могут сосуществовать в одном месте неограниченно долгое время, один из них побеждает, другой либо погибает, либо приспосабливается к более худшим условиям существования.*

3.5. Законы адаптации

Адаптация (от лат. – приспособление) – процесс приспособления живых организмов к определенным условиям внешней среды. При адаптации организмы регулируют свою жизнедеятельность в со-

ответствии с происходящими изменениями параметров внешнего окружения, что позволяет им выживать и размножаться.

Основные виды адаптации: морфологическая (внешнее строение организма), физиологическая (внутренние процессы в организме) и поведенческая (образ жизни организма).

Правило экологической индивидуальности Раменского Л.Г. (1924): каждый вид специфичен по экологическим возможностям адаптации, двух идентичных видов не существует.

Аксиома Дарвина Ч.: каждый вид адаптирован к строго определенной, специфической для него совокупности условий существования – экологической нише. Очевидно, что раз виды экологически индивидуальны, то они имеют и специфичные экологические ниши. Правило экологической индивидуальности обуславливает аксиому адаптированности. Эти два биологических постулата дополняют друг друга.

Приспособленность к одному фактору среды, например, повышенной влажности, не дает организму такой же адаптированности к другим условиям среды (температуре и т. п.). Эта очевидная закономерность сформулирована как **закон относительной независимости адаптации: высокая адаптированность к одному из экологических факторов не дает такой же степени приспособленности к другим условиям жизни (наоборот, она может ограничивать эти возможности в силу физиолого-морфологических особенностей организмов).**

3.6. Законы Коммонера Б. сформулированы в начале 70-х годов XX в.

- 1. Все связано со всем.**
- 2. Все должно куда-то деваться.**
- 3. Природа «знает» лучше.**
- 4. Ничто не дается даром.**

Законы

Все связано со всем – это закон об экосистемах и биосфере, обращающий внимание на всеобщую связь процессов и явлений в природе. Он призван предостеречь человека от необдуманного воздействия на отдельные части экосистем, что может привести к непредвиденным последствиям (например, осушение болот приводит к обмелению рек).

Все должно куда-то деваться – это закон о хозяйственной деятельности человека, отходы от которых неизбежны, и потому необхо-

димо думать как об уменьшении их количества, так и о последующем их использовании.

Природа «знает» лучше – это закон разумного, сознательного природопользования. Нельзя забывать, что человек – тоже биологический вид, что он – часть природы, а не ее властелин. Это означает, что нельзя пытаться покорить природу, а нужно сотрудничать с ней. Пока мы не имеем полной информации о механизмах и функциях природы, а без точного знания последствий преобразования природы недопустимы никакие ее «улучшения».

Ничто не дается даром – это закон рационального природопользования. «...Глобальная экосистема представляет собой единое целое, в рамках которого ничего не может быть выиграно или потеряно и которая не может являться объектом всеобщего улучшения». Платить нужно энергией за дополнительную очистку отходов, удобрением – за повышение урожая, санаториями и лекарствами – за ухудшение здоровья человека и т. д.

III. Порядок выполнения работы

В тетради законспектировать:

1. Закон минимума (Либих, 1840), выполнить рис. 8 (бочка Либиха).
2. Закон толерантности (Шелфорд, 1913), выполнить рис. 9.
3. Законы взаимодействия факторов среды. Привести примеры.
4. Адаптация, виды адаптации (физиологическая, морфологическая, поведенческая и пр.), законы адаптации. Привести примеры.
5. Экологическая ниша. Закон конкурентного исключения (Гаузе, 1932). Привести примеры.
6. Законы Коммонера Б. с пояснениями.

Контрольные вопросы

1. Дайте определения понятиям: лимитирующие факторы, стенобионты, эврибионты.
2. Дайте определения: толерантность, диапазон толерантности, зона оптимума, зона угнетения.
3. Дайте определения: синергизм, антагонизм, монодоминантность, провокационность.
4. Чем отличается экологическая ниша от местообитания?

Тема 4. Биосфера

I. Цель работы: ознакомиться с понятием биосфера и ноосфера. Изучить состав, границы, свойства и функции биосферы, круговороты веществ в биосфере, эволюцию биосферы, биогеохимические принципы биосферы по Вернадскому В.И.

II. Описание работы

4.1. Характеристика и состав биосферы. Современное учение о биосфере разработал академик Вернадский В.И. (1926), понимая под биосферой как область существования живого вещества, так и единство живого и неживого. Термин «биосфера» впервые был введен в науку австрийским ученым Зюссом Э. (1875), первым из биологов указал на огромную роль живых организмов в образовании земной коры – Ламарк Ж.Б. (1744-1829), который подчеркивал, что все вещества, находящиеся на поверхности земного шара и образующие его кору, сформировались благодаря деятельности живых организмов.

Границы биосферы включают нижнюю часть атмосферы (до озонового слоя – 16-18 км), всю гидросферу (до максимальных глубин – 10-11 км) и верхнюю часть литосферы (до 3-6 км – бактерии в нефтяных пластах).

По Вернадскому В.И. *биосфера* включает семь частей:

- 1) живое вещество – совокупность всех живых организмов на планете;
- 2) биогенное вещество – образовано в результате деятельности живых организмов (все формы детрита, горючие ископаемые, известняки, янтарь и т. д.);
- 3) косное вещество (неживое) – образовано без участия живых организмов (горы, пески);
- 4) биокосное вещество – косное вещество, преобразованное живыми организмами (вода, почва, кора выветривания, илы);
- 5) вещество радиоактивного распада (элементы и изотопы уранового, ториевого и актиноуранового ряда);
- 6) вещество рассеянных атомов земного вещества и космических излучений;
- 7) вещество космического происхождения в форме метеоритов, космической пыли и др.

4.2. Главные свойства живого вещества – саморегуляция (гомеостаз) и самовоспроизведение (повторение себя в поколениях), а также:

1. Высокая скорость освоения предоставленного пространства, «всюдность» жизни или «давление» жизни по Вернадскому В.И. Это свойство обеспечивает безостановочный захват живым веществом любой территории, где возможно нормальное функционирование живых организмов.

2. Движение не только пассивное, но и активное – против ветра, против течения.

3. Высокая скорость размножения – главная характеристика биологической активности организмов, которая при идеальных условиях (теоретически) может достигать скорости звука. Так, Линней К. подсчитал, что три мухи могут съесть антилопу с такой же скоростью, как это делает лев (учитывая скорость размножения мух).

4. Высокая приспособительная способность (адаптация). Например, живые бактерии обнаружены в горячих гейзерных источниках с температурой до 180 °С, активная и довольно разнообразная жизнь бурлит в трещинах антарктических ледников и на наибольших глубинах Мирового океана, даже в океанических водах пораженных сероводородом, также существуют специфические серные бактерии.

5. Высокая степень обновления. Все живое вещество атмосферы обновляется в среднем за восемь лет. Биомасса мирового океана восстанавливается за 33 дня, его фитомасса – каждый день, фитомасса суши – приблизительно за 14 лет из-за большей продолжительности жизни наземных растений.

4.3. Функции биосферы

Энергетическая – преобразование солнечной энергии растениями в процессе фотосинтеза в энергию химических связей, передача ее другим организмам по цепям питания.

Газовая – живые организмы поддерживают определенный газовый состав среды обитания и атмосферы в целом.

Окислительно-восстановительная – живые организмы участвуют в преобразовании химических соединений, например, железобактерии, окисляющие железо, способствуют образованию осадочных железных руд; серобактерии, восстанавливая сульфаты, образуют месторождения серы и т. д.

Концентрационная – накопление химических элементов в телах живых организмов в масштабах биосферы, формирование атмо-

сферы, залежей органических и неорганических веществ, а также полезных ископаемых.

Транспортная – перенос вещества и энергии в результате движения живых организмов, закон биогенной миграции атомов, биогеохимические круговороты.

Деструктивная – разложение органики и продуктов жизнедеятельности редуцентами и замыкание круговоротов, выветривание и разрушение земной коры, формирование почвы.

Средообразующая – живые организмы участвуют в образовании среды, регулируют состав и свойства окружающей среды.

Информационная – живые организмы способны воспринимать, хранить и перерабатывать молекулярную информацию и передавать ее в последующие поколения.

4.4. Основные свойства биосферы

1. Биосфера – **централизованная система**. Центральное звено занимают живые организмы, в центре только один вид – человек.

2. Биосфера – **открытая система**, так как ее существование невозможно без поступления энергии от Солнца.

3. Биосфера – **саморегулирующаяся система**, для которой характерна организованность, способность поддерживать исходное состояние, т. е. после различных нарушений возвращаться в первоначальное состояние, или гомеостаз.

Гомеостаз (от греч. homoos – тот же, states – состояние) – способность биологических систем противостоять изменениям и сохранять относительное динамическое постоянство своей структуры и свойств. Термин «гомеостаз» введен американским ученым Кэнноном У. (1932) для характеристики процессов, обеспечивающих устойчивость и постоянство внутренней среды отдельного организма, и впоследствии распространен на живые системы разных уровней организации.

В гомеостазе (устойчивости) живых систем выделяют:

– выносливость (живучесть, толерантность (см. Тема 3) – способность переносить изменения среды без нарушения основных свойств системы;

– упругость (резистентность, сопротивляемость) – способность быстро, самостоятельно возвращаться в нормальное состояние из неустойчивого, которое возникло в результате внешнего неблагоприятного воздействия на систему.

4. Биосфера – **глобальная многоэлементная система**, характеризующаяся большим видовым разнообразием. Для любой экосисте-

мы видовое разнообразие – важное условие ее устойчивости, так как с этим связана возможность экологического дублирования – замены одних организмов другими, степень сложности и прочности пищевых цепей и пр.

5. *Круговорот веществ* в биосфере и неисчерпаемость отдельных химических элементов и их соединений.

Круговорот биогенных элементов, обусловленный синтезом и распадом органических веществ в экосистеме, в основе которого лежит реакция фотосинтеза, называют ***биотическим круговоротом веществ***. Кроме биогенных элементов в биотический круговорот вовлечены важнейшие для биоты минеральные элементы и множество различных соединений. Поэтому весь циклический процесс химических превращений, обусловленных биотой, называют еще ***биогеохимическим круговоротом*** [3].

4.5. Круговорот воды

Круговорот воды в природе или гидрологический цикл включает три основные петли:

1) ***поверхностный сток*** – вода становится частью поверхностных вод;

2) ***испарение (транспирация)*** – впитываемая почвой вода удерживается в качестве капиллярной, а затем возвращается в атмосферу, испаряясь с поверхности или поглощаясь растениями;

3) ***подземный сток*** (грунтовые воды) – вода попадает под землю и движется сквозь нее, питая колодцы и родники, т. е. вновь попадает в систему поверхностных вод.

Количество осадков – основной фактор, определяющий, какой тип экосистемы развивается на данной территории. Вода, выпадающая в виде осадков, может или впитываться в почву (***инфильтрация***), или стекать по ней (***поверхностный сток***). Впитавшаяся вода или удерживается почвой (***капиллярная вода***), или просачивается вниз по тропам и трещинам в земле (***гравитационная вода***) до малопроницаемого слоя горной породы или глины, заполняя все поры и трещины (***грунтовые воды***). Гравитационная вода становится грунтовой, когда достигает уровня грунтовых вод.

Слои пористого материала, по которым движется вода, называются ***водоносными горизонтами***. Иногда водоносный слой выходит на поверхность, образуя ***естественные родники***. Родники питают ручьи, реки и озера, таким образом, грунтовые воды вновь становятся поверхностными. Поверхностная вода частично испаряется и вновь попадает в атмосферу.

Транспирация – испарение воды зелеными частями растений, причем она испаряется со всей наружной и всех внутренних поверхностей растений, соприкасающихся с воздухом. Различают транспирацию следующих типов: *устыичная* (идет через устьичные щели), *кутикулярная* (через слои наружных стенок эпидермиса и кутикулу) и *перидермальная* (через опробковевшие стебли). Кутикулярная и перидермальная в количественном отношении от общей величины транспирации незначительны, в частности, кутикулярная даже у растений затененных и влажных местообитаний составляет всего 10 % от общей величины. Перидермальная – зависит от структуры и наличия трещин в коре деревьев.

Круговорот воды в природе постоянно очищает и пополняет пресноводные системы. С осадками выпадает пресная вода, очищенная при испарении. Попадая на поверхность, дождевая вода захватывает частицы почвы, детрит с микроорганизмами, химикаты – образуется поверхностный сток, который загрязнен. При просачивании через грунт вода очищается. Таким образом, грунтовые воды – это обычно вода пресная и высокого качества, пригодная для питья. В цивилизованных странах для хозяйственно-питьевых целей до 80 % используется вода подземных источников, в РФ – до 30 %. Вся вода, которую мы употребляем, изымается из кругооборота и возвращается, как правило, загрязненная отходами различных производств.

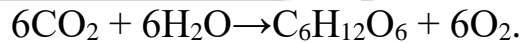
Для снижения расхода пресной воды необходимо:

- внедрять капельное орошение;
- уменьшить расход воды на бытовые нужды (в среднем в России на одного жителя расходуется 400-600 л в сутки, а в странах Западной Европы – менее 200 л);
- уменьшить потери воды в водопроводно-канализационной системе;
- для многих технических нужд использовать предварительно очищенные от мусора ливневые стоки;
- шире внедрять водооборотные системы.

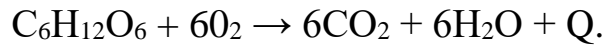
4.6. Круговорот углерода

Углерод является главным участником биотического круговорота как основа органического вещества.

Молекулы углекислого газа из воздуха и воды поставляют углерод для образования в ходе фотосинтеза глюкозы и других органических веществ, из которых построены все ткани продуцентов. Процесс фотосинтеза можно схематично представить уравнением:



В дальнейшем эти органические вещества переносятся по пищевым цепям и образуют ткани всех остальных живых организмов экосистемы. Возвращаются в атмосферу атомы углерода в процессе клеточного дыхания:



При этом выделяется энергия (Q), которая используется живым организмом для синтеза необходимых ему веществ и выполнения жизненных функций. На рис. 10 представлена схема круговорота углерода в природе.

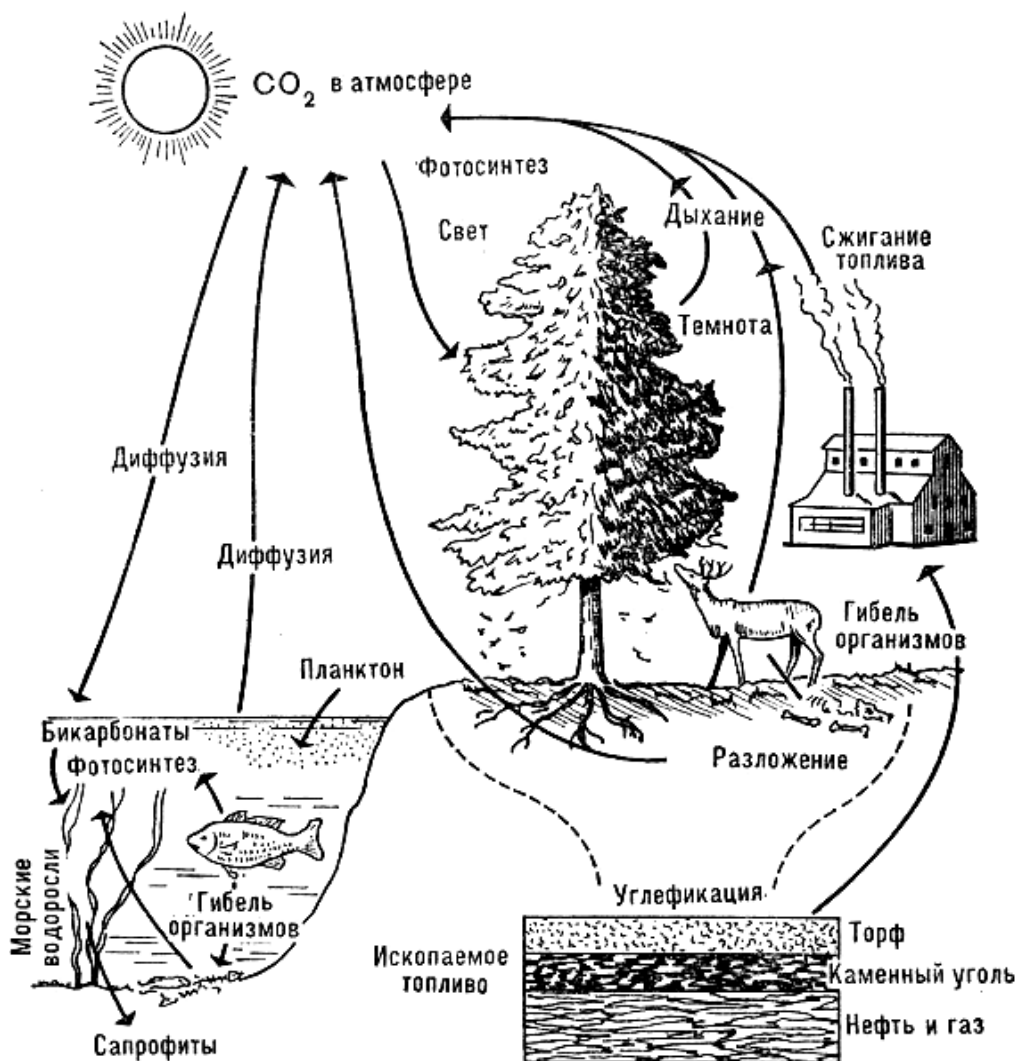



Рис. 10. Круговорот углекислого газа [4]

Особенность круговорота углерода состоит в том, что в далекие геологические эпохи (сотни миллионов лет назад) значительная часть



фотосинтезируемого органического вещества не использовалась фитобактериями, а постепенно погребалась под различными минеральными осадками. Находясь в земле миллионы лет, этот детрит под действием высоких температур и давления превратился в нефть, природный газ, уголь, в зависимости от условий и продолжительности воздействия. В настоящее время мы в огромных количествах добываем это ископаемое топливо, сжигаем его и завершаем круговорот углерода. Но одновременно резко возрастает концентрация CO_2 в воздухе: его поступление существенно превышает возможности растений поглощать его. Это обстоятельство вызывает серьезные климатические последствия (парниковый эффект).

4.7. Круговорот азота

Круговорот азота несколько сложнее, так как включает газовую и твердую фазу. Основная часть азота содержится в воздухе (N_2) – 78 %. Большинство растений не могут усваивать его непосредственно из воздуха. Для усвоения азот должен входить в состав ионов аммония (NH_4^+) или нитрата (NO_3^-). Некоторые *азотфиксирующие бактерии*, живущие в клубнях бобовых растений, клевера, сине-зеленых водорослей и др., могут превращать атмосферный азот в аммонийный (*процесс азотфиксации*). Пример мутуализма: растения дают пищу бактериям, а последние обеспечивают растения азотом).

По пищевым цепям органический азот передается от бобовых другим организмам экосистемы. Когда в процессе клеточного дыхания белки и другие азотсодержащие органические соединения расщепляются, азот выделяется в окружающую среду главным образом в аммонийной форме. Некоторые бактерии могут переводить аммонийный азот в нитратный (*процесс нитрификации*). В результате азот совершает круговорот как минеральный биоген. Однако такая минерализация обратима, поскольку другие почвенные бактерии могут превращать ионы NH_4^+ и $\text{NO}_3^- \rightarrow \text{N}_2$ (*процесс денитрификации*).

Часть N_2 окисляется во время грозных разрядов ($\text{N}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}$; $2\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{NO}_2$) и поступает в почву вместе с дождевой водой. Но по этому механизму азота фиксируется в 10 раз меньше, чем с помощью бактерий.

Следовательно, все естественные экосистемы зависят от азотфиксирующих организмов. Это семейство включает огромное количество растений – от клевера до тропических деревьев и пустынных кустарников. Для каждой крупной наземной экосистемы есть характерные для нее виды клубеньковых. В водных экосистемах кругово-

рот азота выглядит подобным образом (рис. 11), в роли азотфиксирующих растений выступают сине-зеленые водоросли.

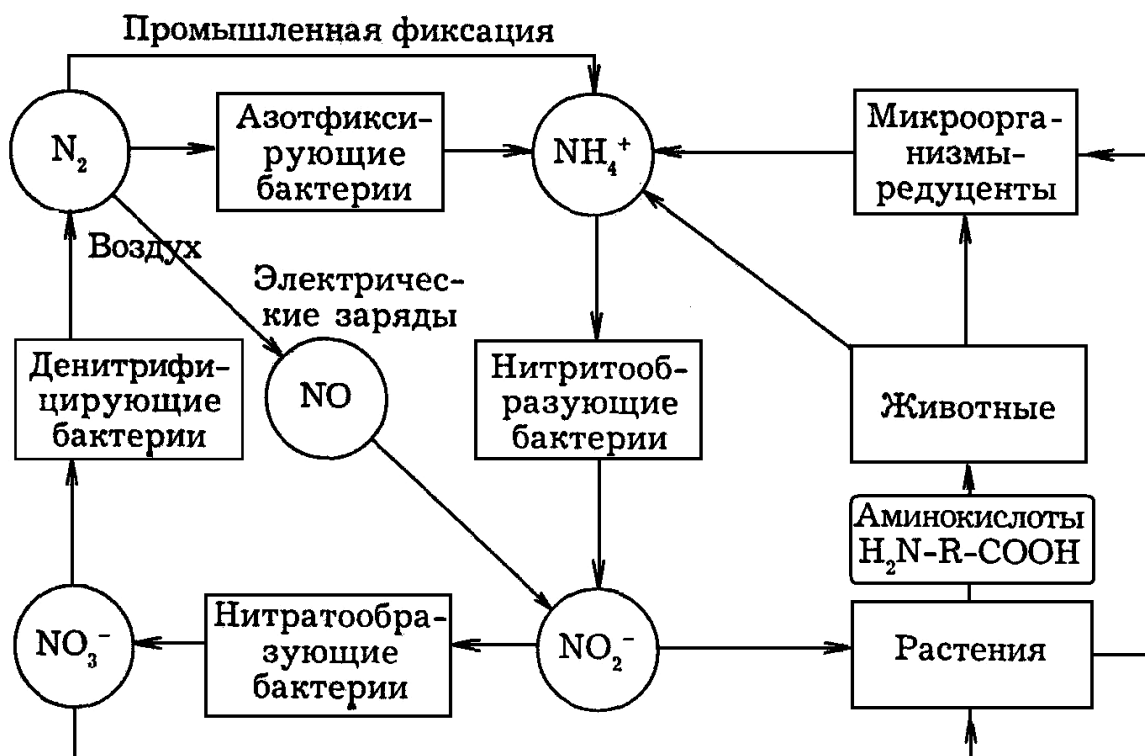


Рис. 11. Круговорот азота [1; 3]

Редуценты (деструкторы), а конкретно, почвенные бактерии постепенно разлагают белковые вещества отмерших организмов и превращают их в аммонийные соединения (NH_4^+), нитраты (NO_3^-) и нитриты (NO_2^-). Часть нитратов попадает в подземные воды и загрязняет их. Азот возвращается в атмосферу с выделенными при гниении органики газами. По мнению ученых, роль бактерий в цикле азота такая, что если будет уничтожено только 12 их видов, участвующих в круговороте азота, то жизнь на Земле прекратится [3].

4.8. Круговорот фосфора

Фосфор содержится в горных породах, образовавшихся в прошлые геологические эпохи. В биогеохимический круговорот (рис. 12) он может попасть в случае подъема этих пород из глубины земной коры на поверхность суши, в зону выветривания. Эрозионными процессами он выносится в море в виде широко известного минерала – апатита. В минералах фосфор содержится в виде фосфатов (PO_4^{3-}), многие из которых растворимы в воде, но не летучи. Растения погло-

щуют PO_4^{3-} из водного раствора и включают его в состав различных органических соединений. Фосфор входит в состав генов и АТФ, выполняющих функцию переносчиков энергии внутри клетки.

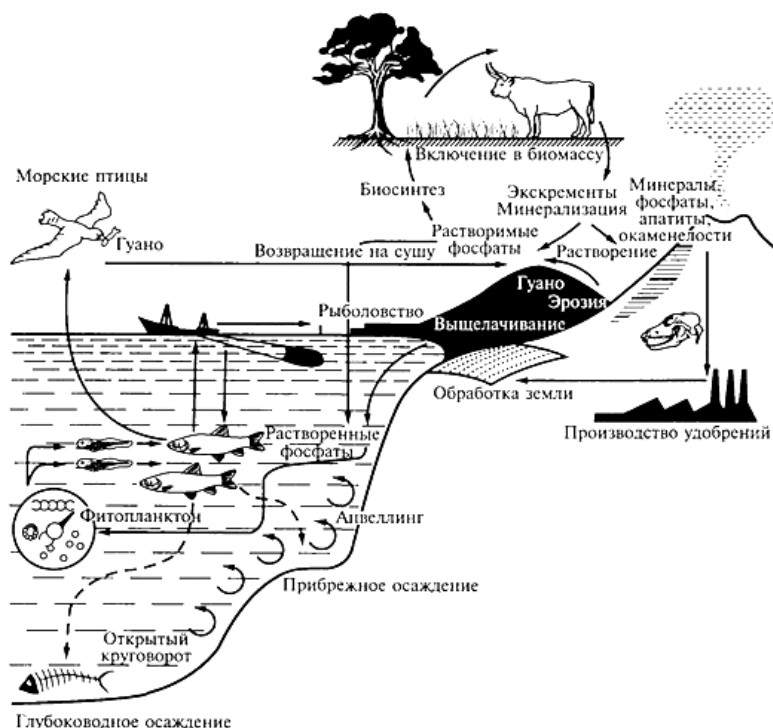


Рис. 12. Круговорот фосфора [15]

Общий круговорот фосфора можно разделить на две части – водную и наземную. В водных экосистемах он усваивается фитопланктоном и передается по трофической цепи вплоть до консументов третьего порядка – морских птиц. Их экскременты (гуано) снова попадают в море и вступают в круговорот, либо накапливаются на берегу и смываются в море.

Из отмирающих морских животных, особенно рыб, фосфор снова попадает в море и в круговорот, но часть скелетов рыб достигает больших глубин и заключенный в них фосфор снова попадает в осадочные породы.

В наземных экосистемах фосфор извлекают растения из почв и далее он распространяется по трофической сети. Возвращается в почву после отмирания животных и растений и с их экскрементами. Теряется фосфор из почв в результате их водной эрозии. Повышенное содержание фосфора на водных путях его переноса вызывает бурное увеличение биомассы водных растений, «цветение» водоемов и их эвтрофикацию. Большая же часть фосфора уносится в море и там теря-

ется безвозвратно. Последнее обстоятельство может привести к истощению запасов фосфорсодержащих руд (фосфоритов, апатитов и др.). В отличие от углерода фосфор не дает газовой фазы и, следовательно, свободного возврата в экосистему нет (происходит обеднение почвы фосфором в агроэкосистемах, где осуществляется вынос фосфора вместе с урожаем) (рис. 12).

4.9. Биогеохимические принципы Вернадского В.И.

Вернадский В.И., изучая распределение химических элементов по поверхности планеты, пришел к выводу, что нет практически ни одного элемента в таблице Менделеева, который не содержится в живом веществе. В итоге сформулировал три *биогеохимических принципа*.

1. Биогенная миграция химических элементов в биосфере всегда стремится к максимальному своему проявлению.

2. Эволюция видов в ходе геологического времени, приводящая к созданию устойчивых в биосфере форм жизни, идет в направлении, усиливающем биогенную миграцию атомов.

3. Живое вещество находится в непрерывном химическом обмене с окружающей его средой, создающейся и поддерживающейся на Земле космической энергией Солнца.

Эти принципы соотносятся со следующими важными выводами Вернадского: *каждый организм может существовать только при условии постоянной тесной связи с другими организмами и неживой природой; жизнь со всеми ее проявлениями произвела глубокие изменения на нашей планете*. Совершенствуясь в процессе эволюции, живые организмы все шире распространялись по планете, стимулируя перераспределение энергии и вещества.

4.10. Эволюция биосферы

Биосфера возникла с появлением жизни на Земле – 3,6-3,8 млрд лет назад. *Криптозой* включает архейскую (древняя жизнь) и протерозойскую (первичная жизнь) эры. *Фанерозой* объединяет палеозойскую (древняя жизнь), мезозойскую (средняя жизнь) и кайнозойскую (новая жизнь) эры. Рубежи между эрами – это глобальные эволюционные события, вымирания. История развития жизни на Земле непосредственно связана с изменениями земной коры и климата нашей планеты.

Катархей (от греч. «ниже древнейшего») – эра от образования Земли до зарождения жизни на ней: отсутствие живых организмов; в атмосфере ядовитые газы; отсутствие кислорода, вулканические из-

вержения, молнии, жесткое ультрафиолетовое излучение, пронизывающее атмосферу и верхние слои воды. Под влиянием этих явлений из смеси паров сероводорода, аммиака, угарного газа начинают синтезироваться первые органические соединения, возникают свойства, характерные для жизни.

Архей – древнейшая геологическая эра (3 600-2 600 млн лет назад): возникновение первых прокариотов (бактерий и сине-зеленых водорослей) – организмов, у которых в отличие от эукариотов в клетке нет ядра и хромосомного аппарата. В отложениях архея найдены также остатки нитчатых водорослей. Появляются гетеротрофные организмы не только в море, но и на суше. Образуется почва. В атмосфере снижается содержание метана, аммиака, водорода, начинается накопление углекислого газа и кислорода. Возникновение фотосинтеза привело к накоплению в воде и атмосфере свободного кислорода, благодаря чему возник и начал развиваться процесс аэробного дыхания – одна из основ прогрессивной эволюции живых организмов Земли.

Протерозой (с греч. «первичная жизнь») – огромный по продолжительности этап исторического развития (2 600-570 млн лет назад). Низшие формы растений, колонии организмов, эукариоты. Возникновение фотосинтеза привело к накоплению в воде и атмосфере свободного кислорода, благодаря чему возник и начал развиваться процесс аэробного дыхания – одна из основ прогрессивной эволюции живых организмов Земли. Конец протерозоя иногда называют «веком медуз» – очень распространенных в это время представителей кишечнополостных.

Палеозой (от греч. «древняя жизнь») – геологическая эра (570-230 млн лет) включает шесть периодов. **Кембрий** (570-500 млн лет), **ордовик** (500-440 млн лет) – процветание всех отделов водорослей и морских беспозвоночных, наиболее распространены трилобиты. **Силур** (440-410 млн лет) – выход растений на сушу (появление псилофитов), появление первых наземных беспозвоночных, а в морях – первых позвоночных (бесчелюстных щитковых) (рис. 13). **Девон** (410-350 млн лет) – папоротникообразные, первые земноводные – стегоцефалы. **Карбон** или **каменноугольный** (350-280 млн лет) – расцвет земноводных, появление первых пресмыкающихся, первые крылатые насекомые, пауки, скорпионы. **Пермь** (280-230 млн лет) – распространение голосеменных растений, развитие пресмыкающихся, насекомых.



Рис. 13. Фауна раннего палеозоя (кембрий, ордовик, силур) [2]:
 1 – колония археоцит; 2 – скелет силурийского коралла; 3 – силурийский гигантский ракоскорпион; 4 – головоногий моллюск; 5 – морские лилии;
 6, 7, 8 – древнейшие позвоночные бесчелюстные панцирные «рыбы»;
 9 – одиночные кораллы; 10, 11 – трилобиты (примитивнейшие ракообразные);
 12 – раковина силурийского головоногого моллюска

Наступивший в конце силура горообразовательный период изменил климат и условия существования организмов. В результате поднятия суши и сокращения морей климат девона был более континентальный, чем в силуре. В девоне появились пустынные и полупустынные области; на суше появляются первые леса из гигантских папоротников, хвощей и плаунов. Новые группы животных начинают завоевывать сушу, но их отрыв от водной среды не был еще окончательным. К концу карбона относится появление первых пресмыкающихся – полностью наземных представителей позвоночных. Они достигли значительного разнообразия в перми из-за засушливого климата и похолодания. В палеозое произошло завоевание суши многоклеточными растениями и животными.

Мезозой (с греч. «средняя жизнь») – это геологическая эра (230-67 млн лет) с тремя периодами. **Триас** (230-190 млн лет) – развитие голосеменных и пресмыкающихся (динозавры), появление первых млекопитающих, настоящих костистых рыб. **Юра** (190-130 млн лет) – господство голосеменных растений, появление первых птиц; первых покрытосеменных растений. **Мел** (130-67 млн лет) – распространение покрытосеменных растений, широкое распространение насекомых; постепенное вымирание рептилий (динозавров) (рис. 14).

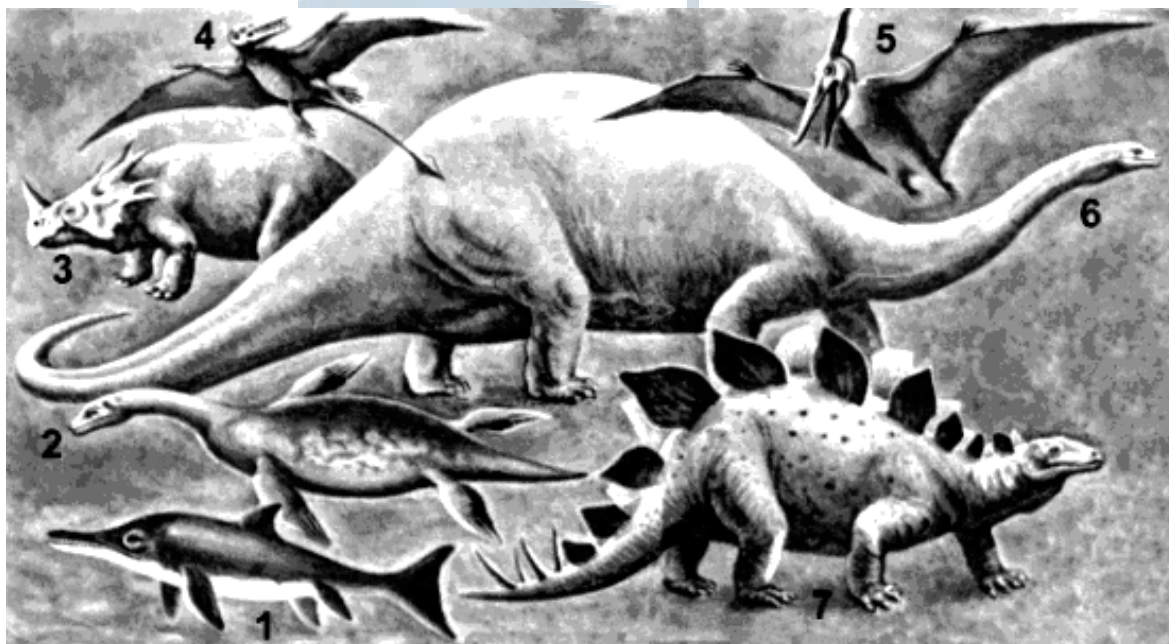


Рис. 14. Пресмыкающиеся мезозойской эры [2]:

- 1 – водяной ящер; 2 – полуводный ящер; 3 – рогатый динозавр;
4 – летающий хвостатый ящер; 5 – летающий бесхвостый ящер;
6 – растительноядный динозавр–бронтозавр;
7 – растительноядный динозавр–стегозавр*

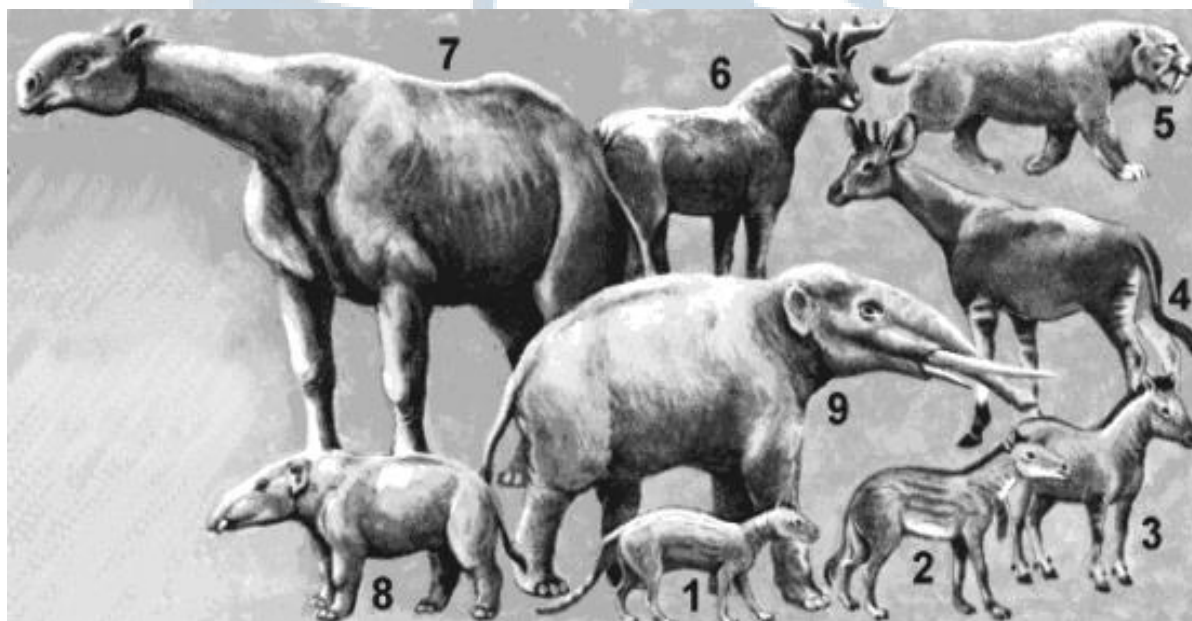
В мезозое усиливается засушливость климата. Вымирает множество сухопутных организмов, у которых отдельные этапы жизни связаны с водой: большинство земноводных, папоротники, хвощи и плауны. Вместо них начинают преобладать наземные формы, в жизненном цикле которых нет стадий, связанных с водой. В триасе появляются растительноядные и хищные динозавры. Весьма разнообразны в эту эру морские пресмыкающиеся. Помимо ихтиозавров, в морях юры появляются плезиозавры. В юре пресмыкающиеся начали осваивать и воздушную среду. Летающие ящеры просуществовали до конца мела.

На суше в юрском периоде появились гигантские растительноядные динозавры. Во второй половине мела возникли сумчатые и плацентарные млекопитающие. Приобретение живорождения, теплокровности были теми ароморфозами, которые обеспечили прогресс млекопитающих.

Кайнозой (от греч. «новая жизнь») – это эра (67 млн лет – наше время) расцвета цветковых растений, насекомых, птиц и млекопитающих. Кайнозой делится на два неравных периода: третичный (67-3 млн лет) и четвертичный (3 млн лет – наше время).

В первой половине третичного периода широко распространены леса тропического и субтропического типа. В течение третичного пе-

риода от насекомоядных млекопитающих обособляется отряд приматов. К середине этого периода широкое распространение получают и общие предковые формы человекообразных обезьян и людей. К концу третичного периода встречаются представители всех современных семейств животных и растений, а также подавляющее большинство родов (рис. 15).



*Рис. 15. Млекопитающие третичного периода [2]:
1 – фенакодус; 2 – эогиппус; 3 – гиппарион; 4 – палеотранус;
5 – саблезубый тигр; 6 – оленеобразный жираф;
7 – гигантский носорог; 8 – меритерий; 9 – миоценовый слон*

В это время начинается великий процесс остепнения суши, который привел к вымиранию одних древесных и лесных форм и к выходу других на открытое пространство. В результате сокращения лесных площадей одни из форм антропоидных обезьян отступали вглубь лесов, другие спустились с деревьев на землю и стали завоевывать открытые пространства. Потомками последних являются люди, возникшие в конце третичного периода.

В течение четвертичного периода вымирают мамонты, саблезубые тигры, гигантские ленивцы, большерогие торфяные олени и другие животные (рис. 16). Большую роль в вымирании крупных млекопитающих сыграли древние охотники.

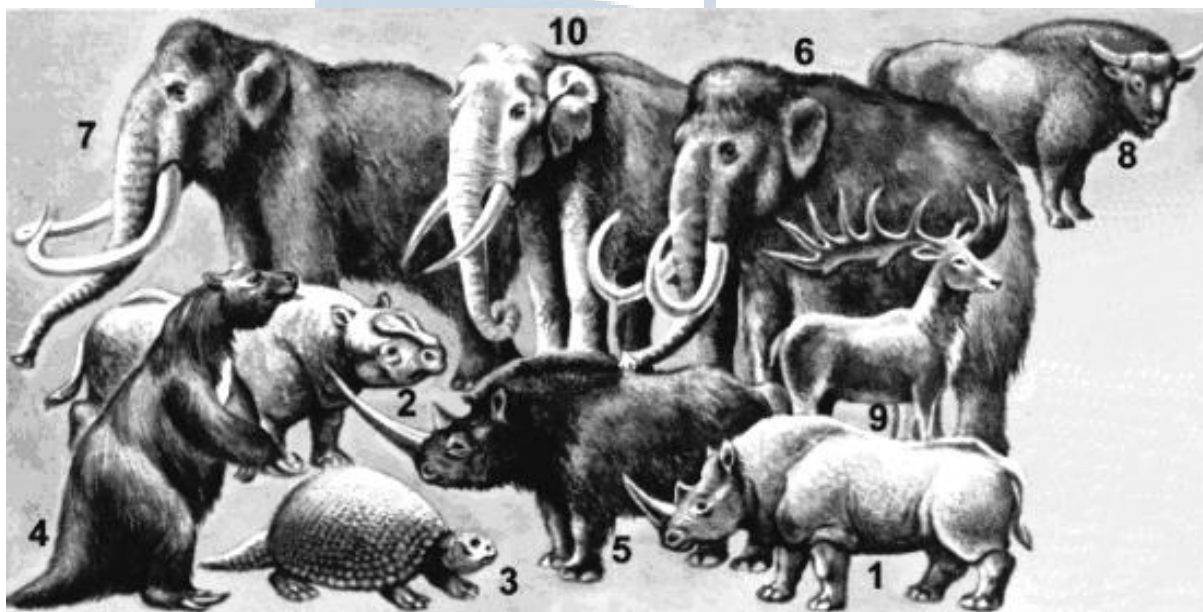


Рис. 16. Млекопитающие четвертичного периода [2]:

- 1 – широконосый носорог; 2 – носорог-эламотерий;
 3 – гигантский броненосец; 4 – гигантский ленивец; 6 – мамонт;
 7 – древний слон; 8 – древний зубр; 9 – гигантский торфяной олень;
 10 – современный индийский слон

Около 10 тысяч лет назад в умеренно теплых областях Земли наступила «неолитическая революция», связанная с переходом человека от собирательства и охоты к земледелию и скотоводству. Это определило видовой состав органического мира, который существует в настоящее время.

4.11. Учение Вернадского В.И. о ноосфере

Ноосфера (от греч. – разум и шар) – это понятие «Сферы разума» ввел французский философ Ле-Руа Е. (1927), развил концепцию ноосферы Тейяр де Шарден, обосновал учение о ноосфере Вернадский В.И. (1943). **Ноосфера** – высшая стадия развития биосферы под контролем разумной деятельности человека. Развивая концепцию ноосферы вслед за Тейяром де Шарденом, Вернадский В.И. совершил выдающееся философское обобщение, выдвинув идею перерастания биосферы в ноосферу. Ноосфера, полагал он – это «такого рода состояние биосферы, в котором должны проявляться разум и направляемая им работа человека как новая небывалая на планете геологическая сила».

В 1925 году в статье «Автотрофность человечества» Вернадский писал: «Биосфера переходит в новое эволюционное состояние – в ноосферу, перерабатывается научной мыслью социального челове-

ства. Можно смотреть поэтому на наше будущее уверенно. Оно в наших руках и мы его не выпустим!».

В XX веке произошло новое превращение – человек начинает менять облик Земли – наука становится геологической силой. Разум, возникший в ходе эволюции, отныне становится ее направляющей силой. Стихийная эволюция, в конце концов, должна смениться сознательной, которая должна прийти к *гармоническому* единству со всем живым веществом в рамках ноосферы. Таким образом, ноосфера подразумевает наличие цивилизованного человечества, способного удовлетворить все возрастающие материальные, культурные и эстетические потребности при строгом соблюдении экологических правил дальнейшего развития мировых производительных сил.

Особенно ярко и вдохновенно писал Вернадский о воздействии человеческой деятельности на природу в работе «Несколько слов о ноосфере» (1943): «Лик планеты – биосферы – химически резко меняется человеком сознательно и главным образом бессознательно. Меняются человеком физически и химически воздушная оболочка суши, все ее природные воды. В результате роста человеческой культуры в XX веке все более резко стали меняться (химически и биологически) прибрежные моря и части океана. ... Сверх того человеком создаются новые виды животных и растений». Вернадский подчеркивал: «Научная мысль человечества работает только в биосфере и в ходе своего проявления в конце концов превращает ее в ноосферу, геологически охватывает ее разумом».

Часто возникает вопрос: ноосфера – утопия или реальная стратегия выживания? О формировании на Земле ноосферы Вернадский В.Н. наиболее подробно писал в незавершенной работе «Научная мысль как планетное явление» (1945), в которой указан ряд конкретных условий, необходимых для становления и существования ноосферы:

1. Заселение человеком всей планеты.
2. Резкое преобразование средств связи и обмена между странами.
3. Усиление связей, в том числе политических, между странами и народами Земли.
4. Начало преобладания деятельности человека над другими геологическими силами в биосфере.
5. Расширение границ биосферы и выход человечества в космос.
6. Открытие новых источников энергии.
7. Равенство людей всех рас и религий.
8. Увеличение роли гражданских обществ и объединений в решении вопросов внешней и внутренней политики государства.

9. Свобода научной мысли и научных исканий от религиозных, философских и политических давлений и создание в государствах условий, благоприятных для развития научной мысли.

10. Продуманная система образования и воспитания, подъём благосостояния народов. Предотвращение недоедания и голода, нищеты и массовой заболеваемости в развивающихся странах.

11. Разумное преобразование природы Земли с целью удовлетворения всех материальных и духовных потребностей возрастающего населения.

12. Исключение войн из жизни общества.

К сожалению, Вернадский В.И. не закончил работу по развитию данной идеи. В концепции ноосферы представлен в полной мере один аспект современного этапа взаимодействия человека и природы – глобальный характер единства человека с природной средой. В период создания этой концепции противоречивость данного взаимодействия не проявилась с такой силой, как сейчас. В последние десятилетия в дополнение к глобальному характеру взаимоотношений человека и природной среды обнаружилась противоречивость этого взаимодействия, чреватая кризисными экологическими состояниями. Стало ясно, что единство человека и природы противоречиво хотя бы потому, что из-за увеличивающегося обилия взаимосвязей между ними, растёт экологический риск как платы человечества за преобразование природной среды. За время своего существования человек сильно изменил биосферу.

Закон незаменимости биосферы

Биосфера – это единственная система, обеспечивающая устойчивость среды обитания при любых возникающих возмущениях. Нет никаких оснований надеяться на построение искусственных сообществ, обеспечивающих стабилизацию окружающей среды в той же степени, что и естественные сообщества.

III. Порядок выполнения работы

1. Конспектировать биогеохимические принципы развития биосферы по Вернадскому В.И. Заполнить табл. 4 «Основные этапы эволюции биосферы».

Основные этапы эволюции биосферы

Эра	Период	Время начала периода	Развитие организмов и биосферы
Архей			
...			

2. Круговорот воды в биосфере (поверхностный сток, подземный сток, транспирация).

3. Круговорот углерода и кислорода в биосфере. Нарисовать схему.

4. Круговорот азота в биосфере: биотический (азотфиксация, нитрификация, денитрификация) и абиотический. Нарисовать схему.

5. Учение Вернадского В.И. о ноосфере. Перечислить условия, необходимые для становления и существования ноосферы.

Контрольные вопросы

1. Кто впервые ввел в науку термин «биосфера»?
2. Дайте определение биосферы, её пространственные границы.
3. Дайте характеристику оболочкам Земли, входящих в состав биосферы.
4. Перечислите основные признаки биосферы, которые отличают ее от других оболочек Земли.
5. Перечислите основные функции биосферы и дайте их характеристику.
6. Перечислите структурные компоненты биосферы и дайте их характеристику.
7. Возможно ли развитие ноосферы в результате коэволюции (совместного развития) человеческого общества и природной среды?

ЧАСТЬ 2. ПРИКЛАДНАЯ ЭКОЛОГИЯ

Тема 5. Виды и формы загрязнения биосферы

I. Цель работы: изучить основные виды загрязнения биосферы. Дать характеристику основным 10 загрязнителям биосферы по классификации ЮНЕСКО.

II. Описание работы

Загрязнение биосферы (англ. pollution) – *привнесение в среду или возникновение в ней новых, обычно не характерных для нее физических, химических, информационных или биологических агентов или превышение их естественного среднесуточного уровня концентрации, приводящее к негативным последствиям.* Известно более 20 000 загрязняющих биосферу веществ. Из них наибольшее распространение имеют углекислый газ (CO_2), угарный газ (CO), окислы азота (NO_x) и серы (SO_x), аммиак (NH_3).

Список десяти главных загрязнителей биосферы был опубликован в 1973 г. в журнале «Курьер ЮНЕСКО¹» № 1, к ним относятся: оксид углерода (CO), диоксид углерода (CO_2), диоксид серы (SO_2), диоксид азота (NO_x), ртуть (Hg), свинец (Pb), фосфаты (PO_4), пестициды, нефть и радиация (рис. 17) [4; 8].

1. Различают естественное и антропогенное загрязнение. **Естественное** (англ. natural pollution) – загрязнение, возникшее в результате природных процессов (например, извержение вулкана, лесные пожары, наводнения и т. п.) вне всякого влияния человека на эти процессы. **Антропогенное** (англ. anthropogenic pollution) – загрязнение окружающей среды, возникающее в результате хозяйственной деятельности человека (рис. 18).

2. Загрязнение различают по масштабу: локальное, региональное или глобальное. Эти варианты различаются не только размерами территории или акватории, подвергшейся загрязнению, но и системами ответных мер, направленных на предотвращение загрязнения или ликвидацию его последствий.

¹ ЮНЕСКО – (United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization), специализированное учреждение Организации Объединенных Наций (ООН) по вопросам образования, науки и культуры, образовано в 1945 г., штаб-квартира находится в Париже.

1	УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ		Образуется при сгорании различных углеродсодержащих соединений (энергетика, промышленность, отопление). Увеличение содержания этого газа в атмосфере может вызвать опасное повышение температуры на поверхности Земли, что чревато пагубно геохимическими и экологическими последствиями
2	ОКИСЬ УГЛЕРОДА		Образуется в результате неполного сгорания ископаемого топлива – каменного угля и нефти; основные источники: металлургическая промышленность, нефтеперегонные заводы и двигатели внутреннего сгорания. Некоторые ученые полагают, что этот весьма токсичный газ может нарушить тепловой баланс верхней атмосферы
3	СЕРНИСТЫЙ ГАЗ		Содержится в дымах энергетических и промышленных предприятий, в выхлопных газах и бытовом топливе. Загрязнение воздуха сернистым газом вызывает обострение респираторных заболеваний, наносит вред деревьям и другим растениям, разъедает сооружения из известняка и некоторые синтетические ткани и материалы
4	ОКИСИ АЗОТА		Основные источники – двигатели внутреннего сгорания, двигатели реактивных самолетов, домы, предприятия химической промышленности, лесные пожары и чрезмерное использование химических удобрений. Создают смог, могут вызывать респираторные заболевания и бронхит у новорожденных, способствуют чрезмерному разрастанию водной растительности, что приводит к истощению запасов кислорода
5	ФОСФАТЫ		Содержатся в сточных водах; главные источники: химические моющие средства, удобрения, вымываемые из почвы, и отходы ферм, занимающихся интенсивным животноводством. Главный загрязнитель вод в реках и озерах
6	РТУТЬ		Содержится в продуктах сгорания ископаемого топлива, отходах лакокрасочного производства, выделяется при обогащении руд, в целлюлозно-бумажной промышленности. Ртуть – один из самых опасных загрязнителей пищевых продуктов, особенно морского происхождения, обладает способностью накапливаться в организме, оказывая вредное воздействие на нервную систему.
7	СВИНЕЦ		Добавляется в бензин, чтобы повысить устойчивость к детонации, и поэтому содержится в выхлопных газах; другие источники: предприятия по переработке свинцовой руды, химическая промышленность и пестициды. Токсичный элемент, обладающий кумулятивными свойствами, действующий на ферментные системы и обмен веществ в живых клетках, накапливается в морских отложениях и в пресной воде
8	НЕФТЬ		Загрязнение происходит при добыче и очистке нефти, при ее перевозке по морю, при морских катастрофах. Приводит к пагубным экологическим последствиям: загрязняет побережье, вызывает гибель планктонных организмов, рыбы, морских птиц и млекопитающих
9	ДДТ И ДРУГИЕ ПЕСТИЦИДЫ		Применяются, главным образом, в сельском хозяйстве. Очень токсичны для ракообразных, даже в весьма низких концентрациях. Попадая в водоемы, убивают рыбу, отравляют организмы, служащие кормом для рыбы, а также продукты питания человека. Многие пестициды являются канцерогенами; они грозят сократить популяции полезных насекомых, тем самым способствуя появлению новых болезней растений
10	РАДИАЦИЯ		Возникает при производстве ядерного топлива, изготовлении и испытании атомного оружия и эксплуатации судов, использующих ядерное топливо. Радиоактивное излучение применяется в медицине и научных исследованиях, но превышение допустимых доз может привести к злокачественным новообразованиям и генетическим мутациям

Рис. 17. Десять главных загрязнителей биосферы по классификации ЮНЕСКО [8]

Локальное загрязнение (англ. *local pollution*) – загрязнение местного характера (обычно вокруг промышленного предприятия,

населенного пункта и т. п.), например, разлив нефти в акватории порта, несанкционированная свалка мусора.

Региональное (англ. *regional pollution*) – загрязнение, обнаруживаемое в пределах значительных пространств, но не охватывающее всю планету, например, загрязнение озера Байкал. **Глобальное** (фоновое-биосферное) (англ. *global pollution*) – загрязнение, обнаруживаемое в любой точке планеты далеко от его источника (например, пестицид ДДТ в яйцах пингвинов в Антарктике, загрязнение атмосферы – окислами углерода, серы, азота, Мирового океана – нефтью и нефтепродуктами, пестицидами, тяжелыми металлами и т. д.) с вытекающими глобальными экологическими проблемами (см. Тема 6).

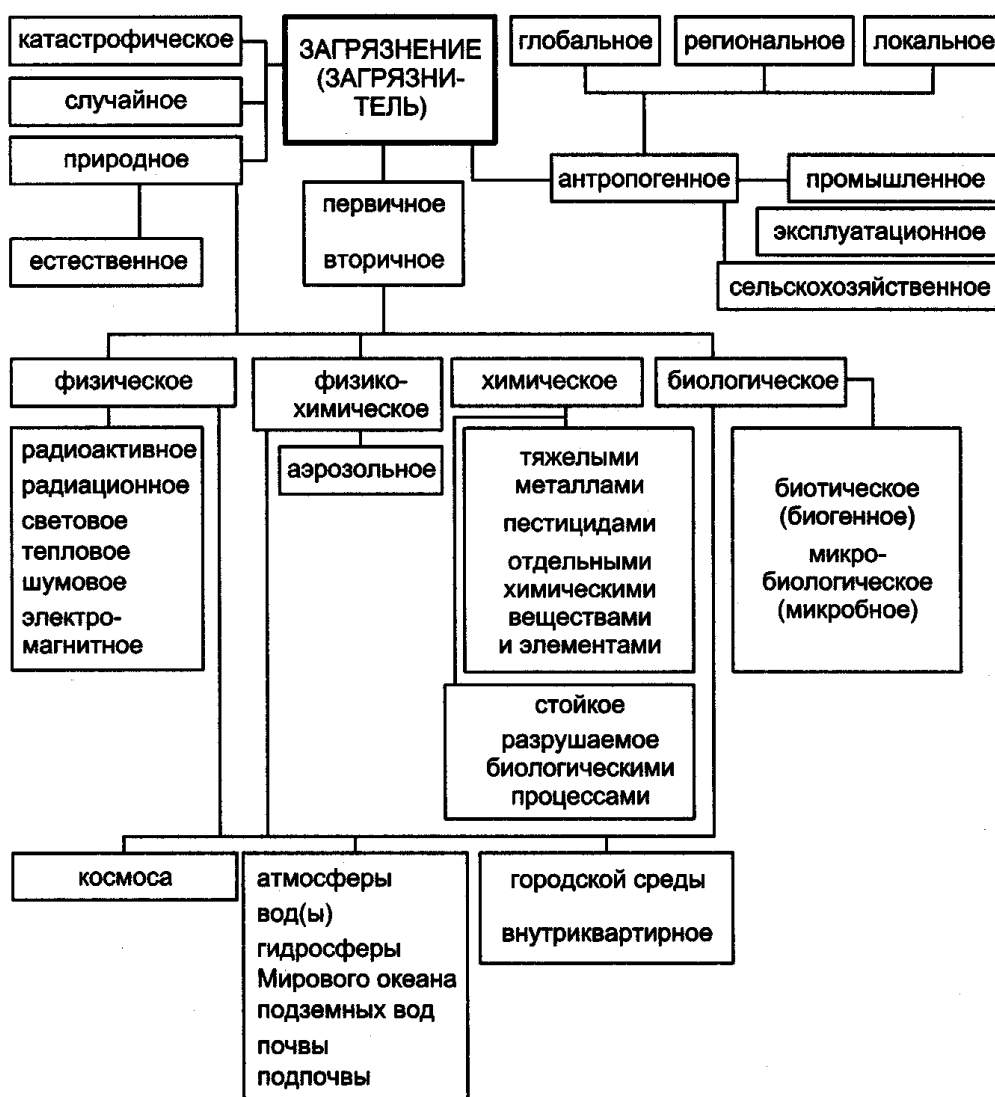


Рис. 18. Схема основных загрязнителей биосферы по Реймерсу Н.Ф. [29]

3. Антропогенное загрязнение на практике часто подразделяют на **промышленное** (англ. *industrial pollution*) – загрязнение, вызываемое отдельно взятым предприятием или совокупностью предприятий, и **сельскохозяйственное** (англ. *agricultural pollution*) – загрязнение, возникающее при применении пестицидов, удобрений в количествах, не усваиваемых культурными растениями, сбросе отходов животноводства и других действиях, связанных с сельскохозяйственным производством. Причем в первом случае (промышленном) – источник загрязнения локализован (можно найти «трубу», из которой поступают загрязняющие вещества), а во втором случае (сельскохозяйственном) загрязнение часто дисперсное, рассеянное, например, пестициды и минеральные удобрения, равномерно распределенные на обширных полях.

4. Загрязнение бывает: **первичным** (англ. *primary pollution*) – поступление в среду загрязнителей, непосредственно образующихся в ходе естественных (природных), природно-антропогенных и чисто антропогенных процессов или **вторичным** (англ. *secondary pollution*), т. е. возникшим в результате последующих химических и физических трансформаций загрязняющих веществ либо в результате взаимодействия между собой, либо вследствие естественного распада. Отдельные вещества могут быть не опасными, например, *фреоны* (хлорфторуглеводороды – хладагенты, в основном используемые в холодильниках, кондиционерах, пенообразователях, растворителях, аэрозольных баллонах) – химически инертные у поверхности Земли, но, попадая в стратосферу, вступают в фотохимические реакции и выделяют ион хлора, который разрушает озоновый слой планеты (см. Тема 6).

5. Загрязнение принято подразделять на физическое, химическое и биологическое (на схеме выделено еще физико-химическое, рис. 17). **Физическое** (англ. *physical pollution*) – загрязнение, связанное с изменением физических параметров среды: температурно-энергетических (тепловое загрязнение), волновых (световое, шумовое и электромагнитное загрязнения), радиационных (радиационное, шумовое и электромагнитное загрязнения) и т. п. **Химическое** загрязнение (англ. *chemical pollution*) – изменение естественных химических свойств среды, превышающее среднегодовые колебания количества каких-либо веществ или проникновение в среду химических веществ, ранее отсутствовавших в этой среде, или изменяющих естественную концентрацию до уровня, превышающего его норму.

Биологическое загрязнение (англ. *biological pollution*) – привнесение в экосистемы нехарактерных для них видов живых организмов, ухудшающих условия существования естественных биотических сообществ или негативно влияющих на здоровье человека и его хозяй-

ственную деятельность. Может возникать в результате случайного естественного заноса чуждых организмов для данной территории (например, кроликов в Австралию) и акваторий (например, при внесении организмов в акватории портов с судовыми балластными водами, см. Тема 10).

Биологическое загрязнение носит характер местного загрязнения, однако в ряде случаев отрицательные последствия существенно возрастают благодаря способности многих видов организмов-загрязнителей самостоятельно мигрировать на значительные расстояния (например, распространение колорадского жука). Особо опасно биологическое загрязнение возбудителями инфекционных и паразитарных болезней, вредителями и конкурентами сельскохозяйственных растений. При загрязнении микроорганизмами говорят о *бактериологическом загрязнении*.

III. Порядок выполнения работы

1. Дать определение загрязнения окружающей среды (определение ВОЗ – Всемирной Организации Здравоохранения).

2. Нарисовать в тетради для домашних работ «Схему основных загрязнителей биосферы по Реймерсу Н.Ф.» (рис. 17).

3. Заполнить табл. 5: «Десять основных загрязнителей биосферы по классификации ЮНЕСКО».

Таблица 5

Десять основных загрязнителей биосферы по классификации ЮНЕСКО

№	Вид загрязняющего вещества	Источники поступления загрязняющего вещества в биосферу	Воздействие загрязняющего вещества на:	
			здоровье человека	биосферу
1	угарный газ CO			
2	углекислый газ CO ₂			
3	оксиды азота NO _x			
4	оксиды серы SO ₂			

№	Вид загрязняющего вещества	Источники поступления загрязняющего вещества в биосферу	Воздействие загрязняющего вещества на:	
			здоровье человека	биосферу
5	ртуть Hg (болезнь Миноматы)			
6	свинец Pb			
7	фосфаты PO ₄			
8	пестициды – ДДТ и др.			
9	нефть и нефтепродукты			
10	радиация			

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Физическое загрязнение (тепловое, световое, электромагнитное, шумовое, радиоактивное и т. д.).

2. Химическое загрязнение (тяжелые металлы, пестициды, СПАВ, пластмасса и т. д.).

3. Биологическое загрязнение (биотическое, микробное, генетическое, модифицированные организмы – ГМО).

Физическое загрязнение – связано с изменением физических, температурно-энергетических, волновых и радиационных параметров внешней среды. Оно включает: тепловое, шумовое, электромагнитное, радиоактивное, световое загрязнения.

Тепловое загрязнение возникает в результате повышения температуры среды, использования человеком энергии, главным образом при сжигании ископаемого топлива (90 %). Источниками теплового загрязнения в пределах городских территорий служат:

– подземные газопроводы промышленных предприятий (140-160 °С), теплотрассы (50-150 °С), сборные коллекторы и др., вызывающие нагревание почвы;

– горячие газовые выбросы промышленных предприятий, которые способствуют нагреванию окружающего воздуха и повышению его влажности, образованию туманов, выпадению осадков;

– отработанная речная вода, используемая для охлаждения агрегатов теплоэлектростанций (ТЭС), которая при сбросе повышает температуру водоемов, что вызывает уменьшение содержания в них кислорода, снижение способности к самоочищению. Например, при росте температуры воды от 20-25 °С до 35 °С происходит исчезновение диатомовых и развитие сине-зеленых водорослей.

Электромагнитное загрязнение связано с высоковольтными линиями электропередач, электроподстанциями, радио- и телепередающими станциями, а также с использованием микроволновых печей, компьютеров, мобильных телефонов. Исследования ученых показали, что при пользовании видеотерминалами, создающими сильные магнитные поля (в диапазоне низких частот), у женщин возросла частота выкидышей, отмечено ухудшение остроты зрения и развитие катаракты у операторов персональных компьютеров. Также установлено, что электромагнитные поля, создаваемые линиями высоковольтных передач, электротранспортом, способствует возникновению онкологических заболеваний. Длительное воздействие электромагнитных полей вызывает утомление, головные боли, чувство апатии.

Световое загрязнение – нарушение естественной освещенности местности в результате действия искусственных источников света, которое может приводить к аномалиям в жизни растений и животных. Естественный ритм растений и всех живых существ подвергается значительным изменениям благодаря «превращению ночи в день». К примеру, для растений, увеличение периода фотосинтеза, вызванное применением искусственного света, ведет к сверхъестественному росту, смещению фазы цветения и частоты фотосинтеза. Воздействие светового загрязнения на животных можно рассмотреть на примере морских черепах. Обычно, свет, отражаясь в морской воде, помогает черепахам не сбиться с пути и найти дорогу к морю. Когда черепахи вылупляются из яиц, они путают отблески волн с искусственным светом освещающих рядом с пляжами зданий, автомобильных фар и двигаются противоположно морю, а после восхода солнца они умирают от обезвоживания или становятся добычей хищников.

Шумовое загрязнение. Звук называют такие механические колебания внешней среды, которые воспринимаются слуховым аппаратом человека (от 16 до 20 000 колебаний в секунду). Колебания больше 20 000 Гц называют ультразвуком, меньше 16 Гц – инфразвуком. Инфразвуки, не воспринимаемые слухом человека, влияют на психику. Ультразвуки, занимающие заметное место в производственных шумах, также опасны, особенно для нервной системы. *Шум* – со-

четание звуков различной интенсивности и частоты, слившиеся в нестройное звучание.

Уровень шума измеряется в единицах, выражающих степень звукового давления, – децибелах (дБ). Это давление воспринимается не беспредельно. Уровень шума в 20-30 децибелов (дБ) практически безвреден для человека, это естественный шумовой фон. Для громких звуков допустимая граница составляет примерно 80 дБ. Звук в 130 дБ уже вызывает у человека болевое ощущение, а 150 дБ становится для него непереносимым. Недаром в средние века существовала казнь «под колокол». Гул колокольного звона мучил и медленно убивал осужденного.

Очень высок уровень и промышленных шумов. На многих работах и шумных производствах он достигает 90-110 дБ и более. Не намного тише и у нас дома, где источниками шума служит бытовая техника.

Каждый человек воспринимает шум по-разному. Много зависит от возраста, темперамента, состояния здоровья, окружающих условий. Постоянное воздействие сильного шума может не только отрицательно повлиять на слух, но и вызвать вредные последствия – звон в ушах, головокружение, головную боль, повышение усталости. Очень громкая музыка также притупляет слух, вызывает нервные заболевания. Акустические раздражения накапливаются в организме и постепенно угнетают нервную систему.

Различают **радиационное и радиоактивное загрязнение** природной среды. Большинство физических факторов внешней среды, с которыми взаимодействует человек, имеют электромагнитную природу. Электромагнитный спектр включает много видов излучений: от длинноволновых до микроволновых. Влияние лучей на здоровье зависит от их длины волны. «Облучение» – это воздействие коротких волн. Эти типы излучений известны как *ионизирующая радиация*. Воздействие длинных волн называют *неионизирующим излучением*. Эти типы излучений по-разному влияют на здоровье человека.

Радиационное загрязнение вызывается действием ионизирующих излучений. К **ионизирующему излучению** относятся ультрафиолетовые, рентгеновские, гамма-лучи и космические лучи. Эти виды излучений обладают энергией, достаточной для превращения атомов в ионы с высвобождением электронов. Взаимодействие этих ионов обуславливают изменения в клетках организма. Распад ядер радиоактивных элементов также порождает ионизирующее излучение, состоящее из альфа (α), бета (β) и гамма (γ) лучей. Наиболее опасно гамма-излучение, так как оно проходит через несколько сантиметров свинцовой защиты.

Люди подвергаются действию ионизирующих излучений из космоса, при рентгене, радиоактивном распаде элементов. Для описания воздействия радиации на человека и живую природу введены несколько понятий дозы.

Экспозиционная доза – это доза гамма-квантов или квантов рентгеновского излучения, при прохождении которых через воздух в нем образуется определенное число ионов. Единица измерения экспозиционной дозы в системе СИ – 1 кулон электрического заряда обоих знаков, образующегося под действием излучения в 1 килограмме воздуха. Старая единица экспозиционной дозы – рентген (Р). Мощность экспозиционной дозы на практике выражают в мкР/ч.

Поглощенная доза – это энергия излучения, переданная единице массы вещества. Для измерения поглощенной дозы радиации в 1956 г. введена единица рад (radiation absorbed dose). Энергия, соответствующая экспозиции в 1Р, дает поглощенную дозу, равную 0,95 рад. На практике эти величины взаимосвязаны и численно практически равны. В системе СИ величину поглощенной дозы измеряют в греях (Гр).

Оценивая поглощенную дозу, мы не акцентировали внимание на виде излучения, а точнее, на его качестве. **Эквивалентная доза** учитывает эти различия, измеряется в зивертах (Зв). Старая внесистемная единица эквивалентной дозы – бэр (биологический эквивалент рентгена). Связь между единицами измерений доз приведена в табл. 6.

Таблица 6

Соотношение единиц измерения разных видов доз радиационного воздействия

Доза	Единицы		Перевод
	Система СИ	Внесистемные	
Экспозиционная	Кл/кг	Рентген (Р)	1 Кл/кг = 3876 Р 1Р = 2,58·10 ⁴ Кл/кг воздуха
Поглощенная	Грей (Гр)	рад	1Гр = 100 рад 1рад = 0,01Дж/кг массы вещества
Эквивалентная	Зиверт (Зв)	бэр	1 Зв = 100 бэр

Из-за разной ионизирующей способности α , β , γ излучений и нейтронов они даже при одной и той же поглощенной дозе оказывают разное поражающее действие. Различие в величине радиобиологиче-

ского воздействия учитывают, вводя коэффициент качества излучения k (безразмерный коэффициент), который учитывает разную чувствительность тканей к излучению. По общему согласованию k выражают по отношению к действию рентгеновского излучения с энергией 200 кэВ (табл. 7).

С учетом коэффициента качества формула для расчета эквивалентной дозы выражается в виде:

$$H = k \cdot D,$$

где H – эквивалентная доза, Зв;

D – поглощенная доза, Гр;

k – коэффициент качества излучения.


Таблица 7

Коэффициенты качества разных видов излучения

Вид излучения	Величина коэффициента качества
Рентгеновское излучение	1
γ - излучение	1
β - излучение	1
α - излучение с энергией менее 10 МэВ	20
Протоны с энергией менее 10 МэВ	10
Нейтроны с энергией менее 20 кэВ	3
Нейтроны с энергией от 0,1 до 10 МэВ	10
Заряженные ионы	20

С точки зрения мощности и времени полученной дозы облучения и его типа все лица, подвергавшиеся облучению, делятся на три группы: группа А – все, кто постоянно или временно работал непосредственно с источником радиоактивного воздействия (операторы атомных электростанций, ученые физики-атомщики, моряки атомных ледоколов, атомных подводных лодок); группа Б – граждане, которые по условиям проживания или размещения могут пострадать от радиоактивного воздействия; группа В – остальная часть населения.

Предельно допустимой нормой радиационного воздействия следует считать дозовый предел для лиц группы А, получаемый индиви-



дуально за календарный год, при котором равномерное облучение за 50 лет последующей жизни не может вызвать в организме неблагоприятные изменения, обнаруживаемые современными методами или средствами. Предельно допустимая норма облучения для группы А за календарный год установлена 5 бэр (5 мЗв) в год, для населения – 0,5 бэр (5 мЗв) в год. Минздрав рекомендует считать предельной допустимой нормой для населения 35 бэр за 70 лет [30].


Контроль за состоянием радиоактивного загрязнения окружающей природной среды в целом осуществляется службой Росгидромета Российской Федерации, а за уровнем радиационной безопасности населения – органом Роспотребнадзора.

Радиоактивное загрязнение связано с превышением естественного уровня содержания радиоактивных веществ (радионуклидов) в среде. К источникам радиоактивного воздействия относятся ядерные испытания, атомные реакторы, радиоактивные материалы, медицинская аппаратура, приборы и бытовая техника.

Из антропогенных источников излучений наибольшая доля принадлежит радиоактивным выбросам, рентгеновским процедурам и радиоактивным медикаментам. Средняя доза, получаемая при рентгене, оценивается в 90 мбэр в год, но годовая эффективная доза не должна превышать 1 мЗв (100 мбэр). Табачный дым также содержит радиоактивные частицы. Значительная доля приходится на радиоактивные осадки. Серьезную опасность представляют отходы урановых рудников. Если исключить воздействие источников радиации, созданных человеком, то уровень излучения будет соответствовать естественному радиационному фону, который приблизительно равен 100-150 мбэр в год. При путешествии на самолете также увеличиваются дозы облучения космическими лучами.

На Земле проведены сотни ядерных взрывов. И хотя в 1963 г. Советским Союзом, США и Англией был подписан договор о запрещении испытаний ядерного оружия в трех средах, подземные ядерные взрывы все еще продолжаются. Радиация поступает также со сбросами предприятий атомной промышленности и судов с атомными двигателями. Трудноразрешимые проблемы возникли с захоронением радиоактивных отходов. Только в Атлантическом океане затоплено свыше 14 тыс. контейнеров с отходами плутония и цезия. В результате радиоактивность вод увеличилась в 3-70 раз. В Тихом океане свыше 47 тыс. контейнеров увеличили радиоактивность в 2-2,5 раза [13].

Последствия облучения можно разделить на 2 категории: 1) острые симптомы после интенсивной кратковременной экспозиции (воз-




действия); 2) последствия длительного облучения малыми дозами. Ионизирующие излучения могут вызывать рак молочной и щитовидной желез, легких, желудочно-кишечного тракта, костей, лейкоз, лучевую болезнь, мутацию.

Неионизирующие излучения – радиоволны от работы электростанций, линий электропередач и прочие, которые могут вызвать повреждение тканей, разрушать клетки и провоцировать рак. Итак, в результате внутреннего и внешнего облучения человек в течение года в среднем получает дозу 0,1 бэр (1 мЗв), т. е. в течение жизни – около 7 бэр (70 мЗв). В этих дозах облучение не приносит вреда [30].

Химическое загрязнение – изменение естественных химических свойств среды, увеличение количества химических компонентов определенной среды, а также проникновение (привнесение) в нее химических веществ, не свойственных ей или в концентрациях, превышающих норму. Наиболее опасным для природных экосистем и человека представляет именно химическое загрязнение, поставляющее в окружающую среду различные токсикаты – аэрозоли, химические вещества, тяжелые металлы, пестициды, пластмассы, детергенты и др. Химические вещества обладают канцерогенными и мутагенными свойствами, среди которых особенно опасны 200 наименований (список составлен экспертами ЮНЕСКО): бензол, асбест, бенз(а)пирен, пестициды (ДДТ, элдрин, линдан и др.), тяжелые металлы (особенно ртуть, свинец, кадмий), разнообразные красители и пищевые добавки.

Аэрозоли – это твердые или жидкие частицы, находящиеся во взвешенном состоянии в воздухе. Твердые компоненты аэрозолей в ряде случаев особенно опасны для организмов, а у людей вызывают специфические заболевания. В атмосфере аэрозольные загрязнения воспринимаются в виде дыма, тумана, мглы или дымки. Значительная часть аэрозолей образуется в атмосфере при взаимодействии твердых и жидких частиц между собой или с водяным паром. Средний размер аэрозольных частиц составляет 1-5 мкм (микрометров). Большое количество пылевых частиц образуется также в ходе производственной деятельности людей.

Основными источниками искусственных аэрозольных загрязнений воздуха являются теплоэлектростанции (ТЭС), которые потребляют уголь высокой зольности, обогатительные фабрики, металлургические и цементные заводы. Аэрозольные частицы от этих источников отличаются большим разнообразием химического состава. Главные загрязнители, входящие в состав аэрозолей – соединения



кремния, кальция и углерода, реже – оксиды металлов: железа, магния, марганца, цинка, меди, никеля, свинца, сурьмы, висмута, селена, мышьяка, бериллия, кадмия, хрома, кобальта, молибдена, а также асбест.

Еще большее разнообразие свойственно органической пыли, включающей алифатические и ароматические углеводороды, соли кислот. Они образуются при сжигании остаточных нефтепродуктов, в процессе пиролиза на нефтеперерабатывающих, нефтехимических и других подобных предприятиях. Постоянными источниками аэрозольного загрязнения являются промышленные отвалы – искусственные насыпи, образуемые при добыче полезных ископаемых или же из отходов предприятий перерабатывающей промышленности, ТЭС.

Производство цемента и других строительных материалов также является источником загрязнения атмосферы пылью. Основные технологические процессы этих производств – измельчение и химическая обработка полуфабрикатов и получаемых продуктов в потоках горячих газов – всегда сопровождается выбросами пыли и других вредных веществ в атмосферу.

Химическое загрязнение представляет собой изменение естественных химических свойств воды за счет увеличения содержания в ней вредных примесей как неорганической (минеральные соли, кислоты, щелочи, глинистые частицы), так и органической природы (нефть и нефтепродукты, органические остатки, поверхностно-активные вещества, пестициды). Основными неорганическими (минеральными) загрязнителями пресных и морских вод являются разнообразные химические соединения, токсичные для обитателей водной среды.

Тяжелые металлы (ртуть, свинец, кадмий, цинк, медь, мышьяк) относятся к числу распространенных и весьма токсичных загрязняющих веществ. Они широко применяются в различных промышленных производствах, поэтому, несмотря на очистные мероприятия, содержание соединения тяжелых металлов в промышленных сточных водах довольно высокое. Большое количество этих соединений поступает в Мировой океан через атмосферу. Отходы, содержащие ртуть, свинец, медь – локализованы в отдельных районах у берегов, однако, некоторая их часть выносится далеко за пределы территориальных вод. Для морских биоценозов наиболее опасны: ртуть, свинец и кадмий.

Ртуть – относительно редкий элемент, присутствующий в земной коре в виде сульфида ртути HgS , или киновари. В некоторых местностях ртуть залегает в самородном виде, вкрапленная в горные породы. Ртуть используют при производстве фунгицидов (ядохими-


катов для борьбы с грибами), применяемых в сельском хозяйстве для протравливания семян; энергосберегающих ламп дневного света, кварцевых ламп; ртутных батарей; медицинских термометров; при производстве хлора и щелочей, для получения металлов высокой чистоты, как катализатор в органической химии. Широкомасштабное применение ртути в батарейках, аккумуляторах и лампах создало проблему их захоронения после использования, так как пары ртути поступают в атмосферу в процессе сжигания мусора.

Ртуть переносится в океан с материковым стоком и через атмосферу. Загрязнение ртутью значительно снижает первичную продукцию морских экосистем, подавляя развитие фитопланктона. Отходы, содержащие ртуть, обычно скапливаются в донных отложениях заливов или эстуариях рек. Дальнейшая ее миграция сопровождается накоплением метиловой ртути и ее включением в трофические цепи водных организмов. В районах, загрязняемых промышленными водами, концентрация ртути в растворе и взвешях сильно повышается. При этом некоторые бактерии переводят хлориды в высокотоксичную метил ртуть.

Заражение морепродуктов неоднократно приводило к ртутному отравлению прибрежного населения. Так, печальную известность приобрела *болезнь Минамата*, впервые обнаруженная японскими учеными у людей, употреблявших в пищу рыбу, выловленную в заливе Минамата, в который бесконтрольно сбрасывали недостаточно очищенные сточные воды предприятий по производству хлорвинила и ацетальдегида, на которых в качестве катализатора использовалась хлористая ртуть. В 1977 году насчитывалось 2 800 жертв болезни Минамата. Характерными симптомами болезни Минамата являются: судороги, паралич и различные психические отклонения [4].

Свинец – типичный рассеянный элемент, содержащийся во всех компонентах окружающей среды: в горных породах, почве, природных водах, атмосфере, живых организмах.

Использование свинца известно со времен Древнего Египта и Вавилона. Римляне интенсивно использовали свинец для водораспределительных систем, так как этот металл очень легко обрабатывается. Латинское слово «*plumbum*» обусловило химический символ свинца – Pb (плюмбум). Известны утверждения историков об упадке Римской империи в связи с отравлениями правящей элиты свинцом из водопроводных труб. В средние века и позднее в Европе свинец применяли для покрытия крыш наиболее крупных соборов, а также при строительстве водопроводов.



Использование свинца включает производство электробатарей и аккумуляторов, а также тетраэтилсвинца в качестве добавок для бензина. Соединения свинца широко применяют в связи с их способностью создавать покрытие на различных поверхностях, например «красный свинец» (Pb_3O_4) используют для покрытия стали. Другой материал аналогичного использования – хромат свинца ($PbCrO_4$), применяют для окрашивания хорошо известных желтых школьных автобусов в Европе, Азии и Северной Америке. Распространен также белый свинец, который необходим для изготовления красок, например, свинцовый сурик используют для окрашивания железных крыш. В условиях выпадения кислотных дождей это покрытие, однако, легко разрушается. Этим можно объяснить и потемнение витражей средневековых соборов. Реже свинец применяют при производстве хрусталя и изготовлении защитных покрытий при работе с радиоактивными веществами.

Свинец активно рассеивается в окружающую среду в процессе хозяйственной деятельности человека. Это выбросы с промышленными и бытовыми стоками, с дымом и пылью промышленных предприятий, с выхлопными газами двигателей внутреннего сгорания. Миграционный поток свинца с континента в океан идет не только с речными стоками, но и через атмосферу.

Одним из основных санитарных требований, предъявляемых к качеству воды, является содержание в ней необходимого количества кислорода. Вредное действие оказывают все загрязнения, которые, так или иначе, содействуют снижению содержания кислорода в воде.

Нефть представляет собой вязкую маслянистую жидкость, имеющую темно-коричневый цвет и обладающую слабой флуоресценцией. Нефть состоит преимущественно из насыщенных алифатических и гидроароматических углеводородов.

Нефть и нефтепродукты являются наиболее распространенными загрязняющими веществами в Мировом океане. Всего 1 л нефти делает непригодным около 1 млн л морской воды. Ежегодно в океан поступает от 5 до 10 млн т нефти, в половине случаев это результат беспхозяйственной деятельности человека: потери у причалов и нефтеперерабатывающих предприятий, вынос водами суши (по рекам, с бытовыми и ливневыми стоками). Другие источники поступления нефти в океан – суда, морские нефтепромыслы, танкерный флот, который перевозит ежегодно около 700 млн т нефти (аварийные ситуации, слив за борт танкерами промывочных и балластных вод и пр.).

На поверхности океана нефтепродукты содержатся в виде пленки, что затрудняет газообмен между водой и воздухом и интенсивность проникновения света. Смешиваясь с водой, нефть образует эмульсию двух типов: прямую – «нефть в воде» и обратную – «вода в нефти». Прямые эмульсии, составленные капельками нефти диаметром до 0,5 мкм, менее устойчивы и характерны для нефти, содержащей поверхностно-активные вещества. При удалении летучих фракций, нефть образует вязкие обратные эмульсии, которые могут сохраняться на поверхности, переноситься течением, выбрасываться на берег и оседать на дно. Наиболее легкие компоненты постепенно улетучиваются, а оставшиеся – образуют комочки, размером от нескольких миллиметров до 5 см в диаметре, в сгустках и на пленках нефти селятся мелкие организмы. Растворенную нефть в воде усваивают многие морские животные, и по цепи питания она доходит до человека. Подробнее о воздействии нефти на морские организмы можно ознакомиться при изучении Темы 10.

Пестициды составляют группу искусственно созданных веществ, используемых для борьбы с вредителями и болезнями растений. Пестициды делятся на следующие группы и применяются для борьбы: *инсектициды* – с вредными насекомыми, *фунгициды* – с грибковыми заболеваниями растений, *бактерициды* – с бактериальными болезнями растений, *гербициды* – с сорняками [3].

Установлено, что пестициды, уничтожая вредителей, наносят вред многим полезным организмам и подрывают здоровье биотозов. В сельском хозяйстве давно уже стоит проблема перехода от химических (загрязняющих среду) к биологическим (экологически чистым) методам борьбы с вредителями.

Промышленное производство пестицидов сопровождается появлением большого количества побочных продуктов, загрязняющих сточные воды. В водной среде чаще других встречаются представители инсектицидов, фунгицидов и гербицидов. Синтезированные инсектициды делятся на три основных группы: хлороорганические, фосфоорганические и карбонаты.

Хлороорганические инсектициды получают путем хлорирования ароматических и жидких гетероциклических углеводородов. К ним относятся ДДТ (ДиметилДиэтиленТрихлорэтан) и его производные, в молекулах которых устойчивость алифатических и ароматических групп в совместном присутствии возрастает, всевозможные хлорированные производные хлородиена (элдрин). Эти вещества имеют период полураспада до нескольких десятков лет и очень

устойчивы к биодegradации. В водной среде часто встречаются полихлорбифенилы – производные ДДТ без алифатической части, насчитывающие 210 гомологов и изомеров.

Полихлорбифенилы (ПХБ) попадают в окружающую среду в результате сбросов промышленных сточных вод и сжигания твердых отходов на свалках. В результате сжигания мусора, ПХБ с атмосферными осадками выпадают во всех районах Земного шара. Так в пробах снега, взятых в Антарктиде, содержание ПХБ составило 0,03-1,2 кг/л.

Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ). Детергенты относятся к обширной группе веществ, понижающих поверхностное натяжение воды. Они входят в состав синтетических моющих средств (СМС), широко применяемых в быту и промышленности. СМС содержат полифосфаты натрия, в которых растворены детергенты, а также ряд добавочных ингредиентов, токсичных для водных организмов: ароматизирующие вещества, отбеливающие реагенты (персульфаты, пербораты), кальцинированная сода, карбоксиметил-целлюлоза, силикаты натрия. Вместе со сточными водами СПАВ попадают в материковые воды и морскую среду. В океане изменение поверхностного натяжения приводит к снижению показателя удерживания CO_2 и кислорода в массе воды. Особенно ощутимо загрязнение в водоемах с замедленным течением или непроточных (водохранилища, озера).

Присутствие СПАВ в сточных водах промышленности связано с использованием их в таких процессах, как флотационное обогащение руд, разделение продуктов химических технологий, получение полимеров, улучшение условий бурения нефтяных и газовых скважин, борьба с коррозией оборудования. СПАВ также используют для защиты кожаных изделий от лёгких повреждений и слипания; для отделения чернил от целлюлозы при переработке макулатуры; в металлургии для смазки прокатных станков и снижения трения; добавляют в виде эмульгаторов для улучшения качества мороженого, шоколада, взбитых сливок, соусов, печенья и др.; добавляют к цементно-песчаным смесям для увеличения прочности, плотности, морозостойкости и водонепроницаемости и т. д. В сельском хозяйстве СПАВ применяется в составе пестицидов.

Канцерогенные вещества – это химически однородные соединения, проявляющие трансформирующую активность и способность вызывать онкологические, тератогенные (нарушение процессов эмбрионального развития), а также мутагенные изменения в организмах. В зависимости от условий воздействия они могут приводить к инги-

бириванию роста, ускорению старения, нарушению индивидуального развития и изменению генофонда организмов.

К веществам, обладающим канцерогенными свойствами, относятся хлорированные алифатические углеводороды, винилхлорид, и особенно, *полициклические ароматические углеводороды* (ПАУ). Максимальное количество ПАУ в современных данных осадках Мирового океана (более 100 мкг/кг массы сухого вещества) обнаружено в тектонических активных зонах, подверженным глубинному термическому воздействию. Основные антропогенные источники ПАУ в окружающей среде – это пиролиз органических веществ при сжигании различных материалов и топлива.


Биологическое загрязнение – случайное или связанное с деятельностью человека проникновение в эксплуатируемые экосистемы и технологические устройства чуждых им растений, животных и микроорганизмов (бактериологическое), часто оказывает негативное влияние при массовом размножении пришлых (инвазийных) видов. Особенно загрязняют среду предприятия, производящие антибиотики, ферменты, вакцины, сыворотки, кормовой белок, биоконцентраты и др., т. е. предприятия промышленного биосинтеза, в выбросах которых присутствуют живые клетки микроорганизмов.

Биологическое загрязнение среды или сообществ подразделяется на биотическое (биогенное) и микробиологическое (микробное).

Биотическое загрязнение – превышение в среде (почве, воде, воздухе) содержания определенных видов биогенов или появление новых для данной территории или акватории их видов. Основные источники биотического загрязнения – смыв в водоемы азотных, фосфорных, калийных, органических удобрений, поступление в почву органических веществ с неочищенными сточными водами, накопление в среде нечистот, выделений, отмерших организмов, поступление искусственно синтезированных органических веществ и др.

Эвтрофикация (*эври* – обилие, много; *трофо* – пища) – процесс бурного цветения водорослей, вызванный поступлением в водную среду большого количества биогенных (питательных) веществ, в основном азота и фосфора. В результате цветения водорослей в верхних горизонтах воды глубина проникновения солнечных лучей уменьшается, прозрачность воды редко снижается, из-за недостатка света происходит гибель донных растений (фитобентоса), которые служили звеном пищевой цепи и местом обитания для других организмов.

В то же время, в ночные часы фотосинтез не происходит, а процесс дыхания продолжается, поэтому в утренние часы теплых дней



кислород в верхних горизонтах воды оказывается практически исчерпанным, и наблюдается гибель организмов, происходит так называемый «летний замор», аналогичное явление также наблюдается во второй половине зимы в замкнутых мелководных водоемах и называется «зимним замором». Отмершие организмы опускаются на дно водоема, где происходит их разложение. В результате гибели донных водорослей производство кислорода здесь практически отсутствует, поэтому разложение отмершей органики производят анаэробные бактерии.

Таким образом, в результате эвтрофикации в водоемах резко снижается количество растворенного кислорода и при анаэробном гниении органики образуются такие сильные яды, как фенолы и сероводород, а также метан – один из главных «парниковых газов», который по своему негативному эффекту превосходит углекислый газ.

Микробиологическое загрязнение проявляется в появлении в среде необычно большого количества микроорганизмов, связанных с массовым их размножением на субстратах или средах, измененных в ходе хозяйственной деятельности человека.

Источники микробного (бактериального) загрязнения – бытовые сточные воды и стоки некоторых промышленных предприятий (бойни, кожевенные заводы, фабрики первичной обработки шерсти, меховые производства, биофабрики, предприятия микробиологической промышленности). Бытовые отбросы опасны не только тем, что они являются переносчиками болезней человека (главным образом кишечной группы – брюшной тиф, дизентерия, холера, гепатит А), но и тем, что содержат значительное количество кислородопоглощающих средств. *Кислород* – необходимый элемент процесса разложения органических веществ, поступающих в водную среду.

В моря и океаны через реки, непосредственно с суши, а также с судов попадают жидкие и твердые бытовые отходы (фекалии, отстойный шлам, отбросы). В поверхностном слое моря в огромных количествах развиваются бактерии как полезные, так и **патогенные (болезнетворные)** – возбудители желудочно-кишечных и других заболеваний. Примером микробного загрязнения является присутствие кишечной палочки в воде хозяйственно-питьевого назначения.

Патогенные микроорганизмы и паразиты проникают в организм человека в основном через дыхательную, пищеварительную и кровеносную системы. Огромное количество возбудителей заболеваний постоянно находятся в атмосферном воздухе, воде, почве. Некоторые микроорганизмы – возбудители инфекционных заболеваний попадают в кровь человека в результате укуса целого ряда видов беспозво-


ночных животных, а также проникают в организм вместе с пищей и питьевой водой.

К патогенным бактериям относятся возбудители таких опасных инфекционных заболеваний, как сибирская язва, газовая гангрена, столбняк, ботулизм (табл. 8). В последние десятилетия структура инфекционных заболеваний значительно изменилась. При явном снижении заболеваемости паразитами, брюшным тифом, дизентерией, возросло значение сальмонеллеза, стафилококка, стрептококка и ряда других. Заражение человека через загрязненную почву может наступить при самых различных обстоятельствах: непосредственно при обработке почвы, уборке урожая, строительных работах и т. п.

Таблица 8

Классификация инфекционных заболеваний

Заболевание	Пути передачи болезни	Скрытый период, сут.	Время нетрудоспособности, сут.
Чума	Воздушно-капельный. Укусы инфицированных насекомых	3	7-14
Туляремия	Вдыхание инфицированной пыли, употребление зараженной воды, контакт с больными грызунами	3-6	40-60
Сибирская язва	Контакт с больными животными, употребление зараженного мяса	2-3	7-30
Холера	Употребление инфицированной воды	3	7-30
Ботулизм	Употребление пищи, содержащей токсин	1,5	40-180
Оспа	Воздушно-капельный, контакт через инфицированные предметы	12	12-24
Сыпной тиф	Укусы инфицированных вшей	10-14	60-90
Лихорадка	Инфицированная пыль, вода, пища, укусы клещей	12-18	8-23



К числу наиболее опасных болезней человека и животных относится **сибирская язва**. Возбудитель сибирской язвы – сибирезвенная палочка, которая, попадая с мочой и испражнениями больных животных в почву, образует вокруг себя споры и в таком состоянии может сохраняться годами, особенно в каштановых и черноземных почвах. Животные, поедая корм, загрязненный этой палочкой, заражаются сибирской язвой. Человек заражается сибирской язвой, в основном, при контакте с больными или павшими животными (мясо, шерсть, шкура), а также при непосредственном соприкосновении с почвой.

Сибирезвенная бактерия обладает большой устойчивостью к высокой температуре, высушиванию и дезинфекции. При автоклавировании споры при температуре 110 °С гибнут лишь через сорок минут. Сухой жар при температуре 140 °С убивает споры через два с половиной – три часа. Прямые солнечные лучи споры сибирской язвы выдерживают в течение десяти – пятнадцати суток.

Опасность для человека представляет и **столбнячная палочка**, которая обнаруживается в почве разных географических районов. Заражение человека происходит через поврежденную кожу или слизистую при контакте с зараженной почвой.

Группу спорообразных бактерий принято называть **клостридиями**. В последние годы накопилось достаточно данных о том, что клостридии обладают способностью не только многие десятилетия сохраняться в почве в виде спор, но и размножаться в ней.

Спороносная палочка, возбудитель **ботулизма** – тяжелого пищевого отравления, попадая в овощи, ягоды, фрукты, рыбу, грибы и другие продукты при благоприятных анаэробных условиях, из споры превращается в вегетативную форму, продуцирующую токсин (яд). По силе своего действия на организм человека и животного этот токсин превосходит все другие бактериальные токсины и химические яды. Ботулизм зарегистрирован во многих странах мира. Известные случаи заражения ботулизмом на территории нашей страны связаны с продуктами домашнего приготовления: рыбы соленой и вяленой, консервированных грибов, овощей и фруктов.

Вместе с загрязненной почвой в поврежденные ткани человека могут поникнуть споры гангренозной палочки. **Газовая гангрена** протекает в виде быстро распространяющегося отека тканей и их омертвления. Вызывать ее могут несколько видов клостридий. Чаще в почве встречаются клостридии Перфрингенс типа А. Эти микробы, встречающиеся в каждом образце почвы, попадая в рану, продуцируют токсин, который и вызывает омертвление.

Из числа временных микроорганизмов, обитающих в почве, большую группу составляют возбудители кишечных инфекций брюшного тифа, паратифов, дизентерии, холеры, бруцеллеза, туляремии, чумы, коклюша. Они попадают в почву только при определенных условиях (с выделением больных, с нечистотами и др.) Не находя подходящих условий, патогенные для человека и животных неспорозные бактерии погибают обычно относительно быстро. Однако некоторые из них, особенно в загрязненной почве, сохраняются продолжительное время: возбудители брюшного тифа, паратифов и холеры могут оставаться жизнеспособными до трех месяцев; бруцеллеза – до пяти месяцев, туляремии – до двух месяцев. *Энтеровирусы* – возбудители полиомиелита и некоторых кишечных заболеваний вирусного происхождения – сохраняются в почве до 170 дней.

Актиномиценты, вызывающие поверхностные и глубокие микозы, а также *микобактерии* – возбудители туберкулеза, проказы и дифтерии – при попадании в почву также несут ощутимую угрозу: палочки туберкулеза остаются жизнеспособными до 15 месяцев, дифтерийные палочки – около двух-трех недель.

Обычно заражение человека кишечными инфекциями происходит через загрязненные овощи. Однако не меньшую опасность представляет вторичное загрязнение подземных и поверхностных вод. Атмосферные осадки, проходя через загрязненную почву, переносят микрофлору (в том числе и возбудителей заразных заболеваний) из поверхностных слоев в нижележащие грунтовые воды, откуда возбудители болезней могут попасть в водоемы.

Почва служит местом развития, а при определенных условиях и инфицирования мух. Обычно самка мухи откладывает яйца в местах гнилых отбросов и нечистот. Цикл развития до окрыленной мухи происходит в земле и сухих отбросах; в них же многие мухи сохраняются в зимний период – и взрослые, и в стадии личинок. Убедительно доказано, что *мухи* – активные распространители кишечных и других инфекций. Многие возбудители инфекционных заболеваний сохраняются в жизнеспособном состоянии на поверхности тела мухи до двух суток, а в кишечнике еще дольше.

Велика роль почв в распространении *гельминтозов* – болезней, вызываемых внедрением в организм человека глистов-паразитов – гельминтов. Одна из стадий развития (дозревание яиц) гельминтов (аскарид, власоглав и др.) проходит в почве. Зрелые яйца могут попасть в организм человека через загрязненные руки, при употреблении загрязненных овощей и ягод, воды. Яйца таких гельминтов как

свиной и бычий цепни (солитеры), из почвы попадают в корм крупного рогатого скота, свиней. В кишечнике этих животных они превращаются в личинки, которые с током крови разносятся по всему телу и поселяются главным образом в мышечных тканях. Человек может заразиться, употребляя без достаточной термической обработки мясо больных коров и свиней.

Контрольные вопросы

1. Перечислите виды физического (параметрического) загрязнения.
2. Перечислите виды химического загрязнения биосферы.
3. Какое значение уровня шума (в дБ) опасно для человека?
4. Чем отличается ионизирующее излучение от неионизирующего?
5. Чем отличается эквивалентная доза излучения от поглощенной?
6. Какова предельная норма допустимого радиационного воздействия на человека в год (в мЗв или бэр)?
7. Что называется токсикантами? Приведите примеры.
8. Дайте определения понятиям: канцерогенный, мутагенный и тератогенный эффекты воздействия.
9. Дайте понятия: болезнь Минаматы, болезнь Итай-Итай, болезнь Альцгеймера. Причины и симптомы этих болезней.
10. Классификация пестицидов.
11. Почему в начале 70-х прошлого столетия запретили использование пестицида ДДТ? Назовите последствия загрязнения Мирового океана пестицидами.
12. Что представляют собой детергенты? В чем опасность загрязнения Мирового океана детергентами?
13. Дайте определения понятиям: эвтрофикация, БПК₅? Назовите причины возникновения и последствия процесса эвтрофикации.
14. Можно ли сбрасывать пластмассу в море? Почему?
15. К чему приводит загрязнение нефтепродуктами Мирового океана?
16. Опишите процесс деградации нефти в море.
17. В чем заключается опасность загрязнения вод Мирового океана тяжелыми металлами?
18. Дайте определение: патогенные бактерии.
19. Классификация инфекционных заболеваний.

Литература: [1; 3; 8; 12; 13; 15; 19; 21; 29; 30].

Тема 6. Глобальные экологические проблемы

I. Цель работы: изучить глобальные экологические проблемы, знать причины их возникновения, уметь прогнозировать экологические последствия.

II. Описание работы

6.1. Глобальное изменение климата («парниковый эффект»)

В течении XX века среднегодовая температура повышалась неравномерно. Значительное повышение температуры (примерно на $0,4^{\circ}$) произошло с 1900 по 1940 г. Если в начале XX в. средняя приповерхностная температура планеты была $13,7^{\circ}\text{C}$, то к 1940-1945 г. она повысилась до $14,1^{\circ}\text{C}$. С 1950 по 1980 г. средняя температура не повышалась. Затем начался очередной этап потепления климата, который продолжается по настоящее время. Средняя приповерхностная температура Земли повысилась еще на $0,3^{\circ}$. Всего за 100 лет средняя температура у поверхности Земли возросла примерно на $0,7^{\circ}$ - $0,8^{\circ}$ [15].

Парниковый эффект – изменение климата, которое выражается в постепенном повышении среднегодовой температуры, которое большинство ученых связывают с накоплением в атмосфере так называемых «парниковых газов» – диоксида углерода (CO_2), водяного пара (H_2O), метана (CH_4), хлорфторуглеродов (фреонов), озона (O_3), оксидов азота (N_2O , NO_x) и др. Они пропускают видимую часть спектра солнечного излучения, но препятствуют возвращению определенной части инфракрасного теплового излучения в космическое пространство. В результате накопления тепла происходит повышение температуры воздуха в тропосфере, что обуславливает парниковый эффект и влияет на климат Земли (рис. 19).

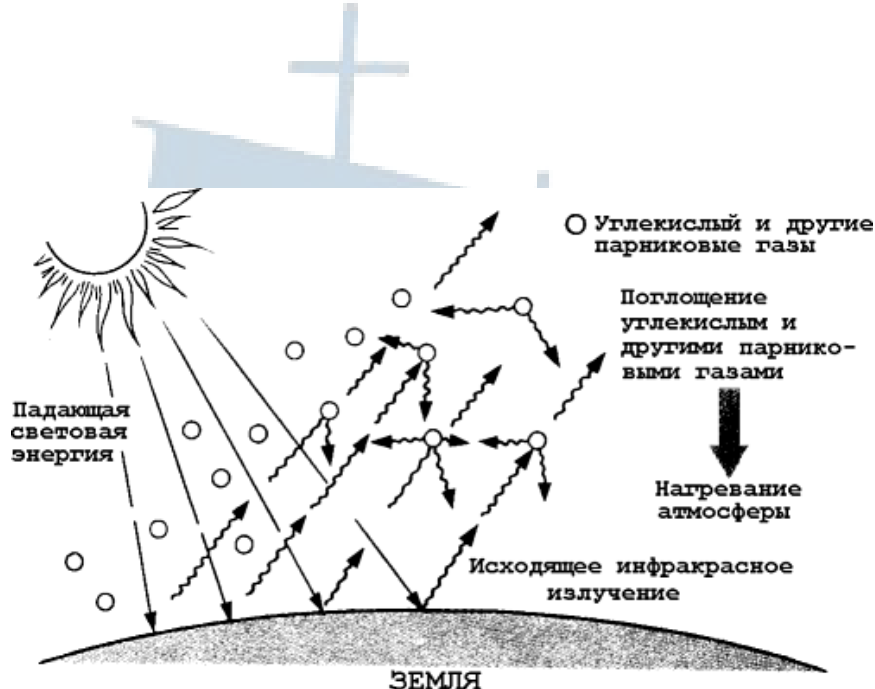


Рис. 19. Парниковый эффект, по Небелу Б. [18]

Атмосфера, насыщенная парниковыми газами, действует как крыша теплицы, которая, с одной стороны, пропускает внутрь большую часть солнечного излучения, с другой – почти не пропускает наружу тепло, переизлучаемое Землей. Солнечное излучение достигает поверхности земли и нагревает ее. Кроме того, земная поверхность нагревается за счет внутренних тепловых источников и теплового промышленного загрязнения. Нагретые поверхности отдают тепловую энергию в виде длинноволнового инфракрасного излучения, которое не рассеивается, а поглощается молекулами газа (рис. 20).

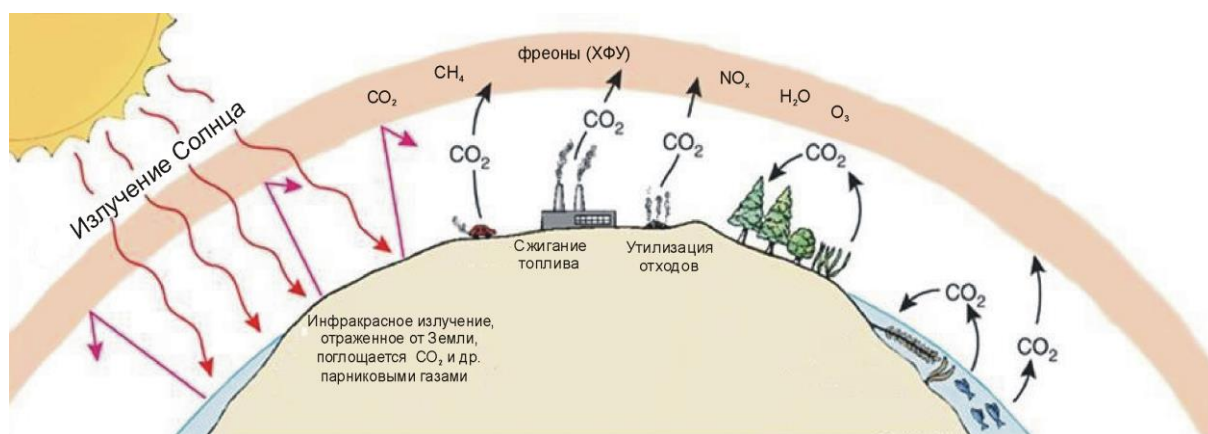



Рис. 20. Схема парникового эффекта

Наибольший вклад в парниковый эффект вносит углекислый газ. Концентрация CO_2 ежегодно увеличивается, в 1900 г. концентрация CO_2 в атмосфере достигала 295 ppm, в 1999 г. – 368 ppm (ppm – particles per million – частиц на миллион). Следовательно, за 100 лет



углекислого газа стало на $\frac{1}{4}$ больше. Основная причина увеличения концентрации CO_2 в атмосфере [3]:

а) сжигания топлива: C (твердое топливо) + $\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{Q}$;

CH_4 (газообразное топливо) + $\text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + \text{Q}$;

$2\text{C}_8\text{H}_{18}$ (жидкое топливо) + $\text{O}_2 \rightarrow 16\text{CO}_2 + 18\text{H}_2\text{O} + \text{Q}$;


б) вырубки лесов.

Из-за роста населения эта проблема будет усугубляться. В связи со сжиганием человеком все большего количества ископаемого топлива: нефти, газа, угля и др. концентрация CO_2 в атмосфере постоянно увеличивается. За счет выбросов в атмосферу при промышленном производстве и в быту ежегодно растет содержание фреонов (хлорфторуглеродов) – хладагентов, используемых в холодильниках, кондиционерах, аэрозольных баллонах, пенообразователях, растворителях. На 1-1,5 % в год увеличивается содержание метана (выбросы из подземных горных выработок, рисовые поля, естественные болота, органические отходы растениеводства и животноводства (выделение крупного рогатого скота, свиней, птиц и др.)). В меньшей степени растет содержание в атмосфере и оксида азота (на 0,3 % ежегодно) [15].

Прогнозы. Считается, что при увеличении CO_2 в 2 раза, средняя годовая температура к 2100 г. возрастет на 2,5-4,5 °С (в полярных районах до 10 °С, а экваториальных – на 1-2 °С). Масштабы потепления за этот относительно короткий срок будут сопоставимы с потеплением, произошедшим на Земле после ледникового периода, а значит, экологические последствия могут быть катастрофическими.

В результате мировая экономика может понести большой материальный ущерб. В первую очередь, это связано с предполагаемым повышением уровня Мирового океана вследствие таяния полярных льдов, сокращения площадей горного оледенения и т. д. Моделируя экологические последствия повышения уровня океана всего лишь на 0,5-2,0 м к концу XXI в., ученые установили, что это неизбежно приведет к нарушению климатического равновесия, затоплению приморских равнин в более чем 30 странах, деградации многолетних мерзлых пород, заболачиванию обширных территорий. Возрастет частота и сила природных катастроф, таких, как наводнения, засухи, ураганы.

Потепление климата сильнее всего скажется в высоких широтах. Здесь сократится зона вечной мерзлоты, от чего пострадают все сооружения, построенные на промерзшем грунте, увеличится частота аварий в результате размыва дорог и разрыва трубопроводов. Биологическое разнообразие арктической и бореальной флоры и фауны может значительно сократиться из-за того, что многие виды растений и жи-



вотных не успеют переселиться на новые территории, соответствующие их природным адаптациям. Существенно расширится пояс субтропических инфекций, повысится общий уровень заболеваемости, в том числе особо опасными инфекциями, увеличится риск эпидемий.

Исходя из «принципа предосторожности», мировое сообщество разработало комплекс мер по снижению антропогенной составляющей глобального потепления климата.

В декабре 1988 г. Генеральная Ассамблея ООН одобрила создание *Межправительственной группы экспертов по изменению климата* (МГЭИК). В 1992 г. в Рио-де-Жанейро на Конференции ООН по окружающей среде и развитию была подписана *Рамочная конвенция об изменении климата* (РКИК), которая вступила в силу в 1994 г. и ратифицирована более чем в 180 странах, включая Россию.

Конечная цель РКИК (ст. 2) заключается в достижении стабилизации концентрации парниковых газов в атмосфере на таком уровне, который не допускал бы опасного антропогенного воздействия на климатическую систему в сроки, достаточные для естественной адаптации экосистем к изменению климата, что позволит не ставить под угрозу обеспечение населения продовольствием и обеспечит дальнейшее экономическое развитие на устойчивой основе. Для претворения в жизнь принципов РКИК подписавшие ее страны регулярно собираются на специальные конференции.

В 1997 г. на конференции участников РКИК в Киото (Япония) был принят *Киотский протокол*, в основу которого легло добровольное заявление крупнейших промышленно развитых стран о намерении сократить объем выбрасываемых в атмосферу парниковых газов до уровня 1990 г. Цель протокола – в течение 5 лет (2008-2012 гг.) создать новый экономический механизм снижения выбросов – торговлю квотами и проекты совместного осуществления. Торговля квотами заключается в том, что страны, подписавшие протокол, могут перераспределять между собой (например, перепродавать) разрешенные им в течение определенного срока объемы выбросов. К 2012 г. предусматривалось снизить выброс основных типов газов, вызывающих парниковый эффект, на 5,2 % по сравнению с уровнем 1990 г.

Поскольку диоксид углерода больше всего образуется при сжигании угля, нефти и газа на тепловых электростанциях, необходимо найти адекватную замену их использования при выработке электроэнергии и одновременно совершенствовать и шире применять энерго-сберегающие технологии. Необходимо исключить неэффективное использование электроэнергии; увеличить число лесов, вовремя предотвращать лесные пожары; внедрять применение возобновляемых или

неуглеродородных источников энергии. Поэтапная реформа производственных стандартов, жесткий контроль технической сферы и бережное отношение каждого к окружающей среде могут существенно снизить выбросы в атмосферу. Глобального потепления уже не избежать, но процесс еще поддается контролю.

6.2. Истощение озонового слоя

Озоновый слой охватывает весь земной шар и располагается на высотах от 10 до 50 км с максимальной концентрацией озона на высоте 20-25 км. Насыщенность атмосферы озоном постоянно меняется в любой части планеты, достигая максимума весной в приполярной области.

Со временем появления в атмосфере кислорода в ее верхних слоях под действием ультрафиолетового излучения (УФ) стал синтезироваться озон (трехатомный кислород), который способен поглощать жесткое коротковолновое УФ излучение (99 % УФ-лучей).

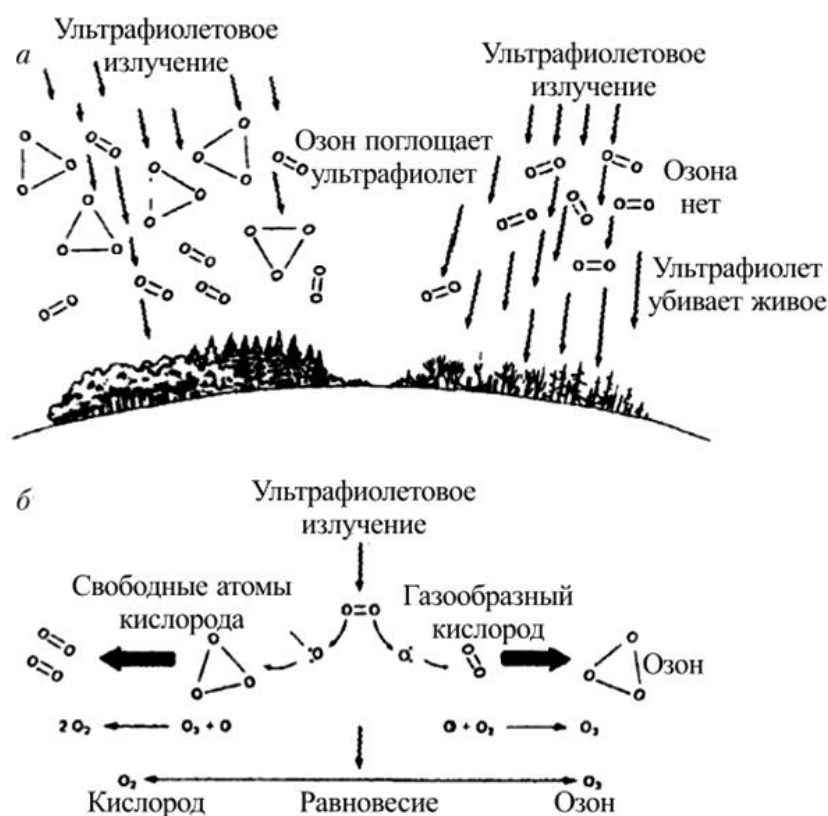



Рис. 21. Озоновый экран, по Небелу Б. [4; 18]:

- а) озон O_3 в стратосфере поглощает ультрафиолетовые (УФ) лучи Солнца, без такой защиты они уничтожили бы всю жизнь на планете;
 б) озон формируется в стратосфере, когда под воздействием УФ-лучей молекулы кислорода распадаются на свободные атомы, которые присоединяются к другим молекулам



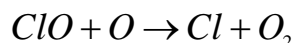
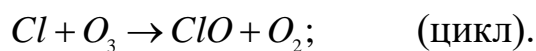
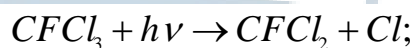
Озон образуется в стратосфере под ионизирующим действием УФ-лучей (рис. 21). Если у поверхности Земли озон способствует образованию смога, то в стратосфере этот слой выполняет две функции, которые благотворно влияют на живые существа. Первая: озон поглощает большую часть губительного для живых организмов ультрафиолетового излучения Солнца и является единственным веществом, выполняющим эту функцию. Вторая: озон, поглощая некоторые из солнечных лучей, создает стратосферу – слой атмосферы, в которой температура растет с высотой, тем самым, регулируя мировые циркуляционные процессы и ограничивая процессы формирования погоды пределами тропосферы. Если бы отсутствовал озоновый слой, то температура в атмосфере постепенно уменьшалась.

Часть УФ излучения, поглощаемая озоновым слоем, лежит в диапазоне длин волн 290-320 нм, известно как биологически активное излучение, разрушающее белки и ДНК, носителей генетической информации. При проникновении УФ-лучей на Землю происходит их поглощение нуклеиновыми кислотами, белками, в результате чего происходит изменение генофонда и живое либо заболевает, либо погибает, так как область поглощения УФ-лучей озоном совпадает с областью поглощения нуклеиновыми кислотами и белками.

В небольших дозах УФ-излучение полезно для человека, животных и растений, в частности, способствует выработке витамина Д, регулирует Са (кальций) – обмен. Противоположное действие оказывают повышенные или большие дозы УФ-излучений.

Впервые истощение озонового слоя привлекло внимание широкой общественности в 1985 г., когда над Антарктидой было обнаружено пространство с пониженным (до 50 %) содержанием озона, получившее название «*озоновой дыры*». С тех пор результаты измерений подтверждают повсеместное уменьшение озонового слоя практически на всей планете.

Предполагается как естественное, так и антропогенное происхождение «озоновых дыр». Их образование связывают с появлением *фтор-хлор-углеродов (ХФУ)*, например, фреонов. F, C1 – углероды летучи, не токсичны и используются в качестве хладагентов, поскольку при переходе из жидкого состояния в газообразное поглощают много энергии. При поломке холодильного агрегата, использовании хлор-фторпроизводных в парфюмерии (аэрозольная упаковка), при производстве пластмасс, чистке электронных схем эти соединения попадают в атмосферу и при низкой температуре разлагаются с образованием хлора и фтора, которые катализируют распад озона: $2O_3 \rightarrow 3O_2$ (одна молекула хлора разрушает до 100 тыс. молекул озона).



Весьма токсичными выбросами являются **оксиды азота**, образующиеся, кроме природных процессов, при сжигании азотсодержащего топлива (особенно угля) и окислении атмосферного азота при этом сжигании. Они также увеличивают парниковый эффект, создают кислотные дожди и разрушают озоновый слой. Оксид азота (NO_x) разлагает в среднем 10 молекул озона. Но содержание оксида азота во много раз больше, чем содержание хлора.

Еще одним из источников попадания хлора и окислов азота в атмосферу – является реактивная авиация на твердом топливе при полетах на высоте 20-25 км, когда выхлоп производится в самом озоновом слое. При запуске шатла выбрасывается 187 тонн хлора и уменьшается на 0,3 % общее содержание озона.

Ряд ученых продолжают настаивать на естественном происхождении «озоновой дыры». Причины ее возникновения одни видят в естественной изменчивости озоносферы, циклической активности Солнца, другие связывают эти процессы с рифтогенезом и дегазацией Земли, т. е. с прорывом глубинных газов (водород, метан, азот и др.) через рифтовые разломы земной коры.

Расширение озоновой дыры может привести к гибели высокоорганизованной жизни на Земле. У человека большие дозы УФ-излучения вызывают ожоги и раковые заболевания. Кроме кожных заболеваний возможно развитие глазных болезней (катаракта и др.), подавление иммунной системы и т. д.

Уменьшение озонового слоя на 50 % приведет к увеличению повреждения ДНК в 2,5 раза и увеличению заболевания раком кожи в 8 раз. УФ излучение снижает иммунитет, активизирует многие вирусы.

Установлено также, что растения под влиянием сильного ультрафиолетового излучения постепенно теряют свою способность к фотосинтезу, а нарушение жизнедеятельности планктона приводит к разрыву трофических цепей биоты водных экосистем, и т. д. Чтобы этого не случилось, необходимо сократить использование (производство) хлорфторуглеродов.

В 1987 г. было подписано соглашение (г. Монреаль) о постепенной ликвидации озоноразрушающих технологий (например, замена фреона другими хладагентами). Согласно протоколу Монреальской конференции (1987 г.), пересмотренному затем в Лондоне (1991 г.) и

Копенгагене (1992 г.), предусматривалось снижение выбросов хлорфторуглеродов к 1998 г. на 50 %.

Поскольку ХФУ (хлорфторуглероды – *CFCI*) способствуют сильному истощению озонового слоя в верхних слоях атмосферы, производство таких соединений было прекращено в соответствии с Монреальским протоколом, и они заменяются другими продуктами, такими как: хлор-фтор-углеводороды (*HCFCI*), которые вызывают слабое истощение озонового слоя; гидрофторуглероды (ГФУ – *HFC*) и фторуглероды (*CF*)-озонобезопасные хладагенты. Это уже привело к прекращению роста галогенпроизводных в атмосфере Земли, хотя их содержание еще велико.

Многие страны начали принимать меры направленные на сокращение производства и использования ХФУ. Для использования в качестве пропеллента в аэрозолях уже найден неплохой заменитель ХФУ – *пропан-бутановая смесь*. По физическим параметрам она практически не уступает фреонам, но, в отличие от них, огнеопасна. Тем не менее, такие аэрозоли уже производятся во многих странах, в том числе и в России. Сложнее обстоит дело с холодильными установками – вторым по величине потребителем фреонов. Дело в том, что из-за полярности молекулы ХФУ имеют высокую теплоту испарения, что очень важно для рабочего тела в холодильниках и кондиционерах. Лучшим известным на сегодня заменителем фреонов является *аммиак*, но он токсичен и все же уступает ХФУ по физическим параметрам. Неплохие результаты получены для полностью *фторированных углеводородов*. Во многих странах ведутся разработки новых заменителей и уже достигнуты неплохие практические результаты, но полностью эта проблема еще не решена.

Использование фреонов продолжается и пока далеко даже до стабилизации уровня ХФУ в атмосфере. Так, по данным сети Глобального мониторинга изменений климата, в фоновых условиях – на берегах Тихого и Атлантического океанов и на островах, вдали от промышленных и густонаселенных районов – концентрация фреонов в настоящее время растет со скоростью 5-9 % в год. Содержание в стратосфере фотохимически активных соединений хлора в настоящее время в 2-3 раза выше по сравнению с уровнем 50-х годов, до начала быстрого производства фреонов.

В соответствии с Законом РФ «Об охране окружающей среды» [34] охрана озонового слоя атмосферы от экологически опасных изменений обеспечивается посредством регулирования производства и использования веществ, разрушающих озоновый слой атмосферы, на

основе международных договоров Российской Федерации и ее законодательства. В будущем необходимо продолжать решать проблему защиты людей от УФ-радиации, поскольку многие из хлорфторуглеродов могут сохраняться в атмосфере сотни лет.

Меры по защите озонового слоя: разработка хладагентов; уменьшение выбросов окислов азота в атмосферу; разработка и переход к новым видам топлива.

6.3. Кислотные дожди

В 1883 году шведский ученый Сванте Аррениус ввел в обращение два термина – кислота и основание. Он назвал кислотами вещества, которые при растворении в воде образуют свободные положительно заряженные ионы водорода (H^+). Основаниями он назвал вещества, которые при растворении в воде образуют свободные отрицательно заряженные гидроксид-ионы (OH^-). Термин рН используют в качестве показателя кислотности воды, в переводе с английского – показатель степени концентрации ионов водорода.

Шкала кислотности. Значение рН измеряется на шкале от 0 до 14. В воде и водных растворах присутствуют как ионы водорода (H^+), так и гидроксид-ионы (OH^-). Когда концентрация ионов водорода (H^+) в воде или растворе равна концентрации гидроксид-ионов (OH^-), то такой раствор является нейтральным. Для нейтрального раствора $pH=7$. Растворы, у которых значение рН находится в пределах от 0 до <7 , называются кислыми. Растворы, у которых значение рН находится в пределах от >7 до 14, называются щелочными. Следует обратить внимание ещё на одну особенность шкалы рН: с уменьшением рН на единицу происходит десятикратное увеличение кислотности, в растворе увеличивается концентрации гидроксид-ионов (OH^-). Например, кислотность вещества со значением $pH = 4$ в десять раз выше кислотности вещества со значением $pH = 5$, в сто раз выше, чем кислотность вещества со значением $pH = 6$ и в сто тысяч раз выше, чем кислотность вещества со значением $pH = 9$.

Вода обычного дождя тоже представляет собой слабокислый раствор. Это происходит вследствие того, что природные вещества атмосферы, такие как двуокись углерода (CO_2), вступают в реакцию с дождевой водой. При этом образуется слабая угольная кислота ($CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$), поэтому для дождевой воды $pH = 5,6$.

Кислотный дождь – все виды метеорологических осадков, у которых $pH < 5,6$. Кислотные осадки – дождь, снег, град, туман, дождь со снегом, при котором наблюдается понижение рН из-за загрязнений воздуха оксидами серы и оксидами азота.

Кислотный дождь образуется в результате реакции между водой и такими загрязняющими веществами, как оксид серы (SO_2) и оксидом азота (NO_x). Эти вещества выбрасываются в атмосферу автомобильным транспортом, в результате деятельности металлургических предприятий и теплоэлектростанций. Попадая в атмосферу, они вступают в реакцию с водяным паром и превращаются в растворы кислот – серной, сернистой, азотистой и азотной. Затем, вместе со снегом или дождем, они выпадают на землю (рис. 22).

$\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_3$ – образуется сернистая кислота;

$\text{SO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_4$ – образуется серная кислота;

$2\text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{HNO}_3 + \text{HNO}_2$ – образуются, соответственно, азотная и азотистая кислоты (рис. 22).

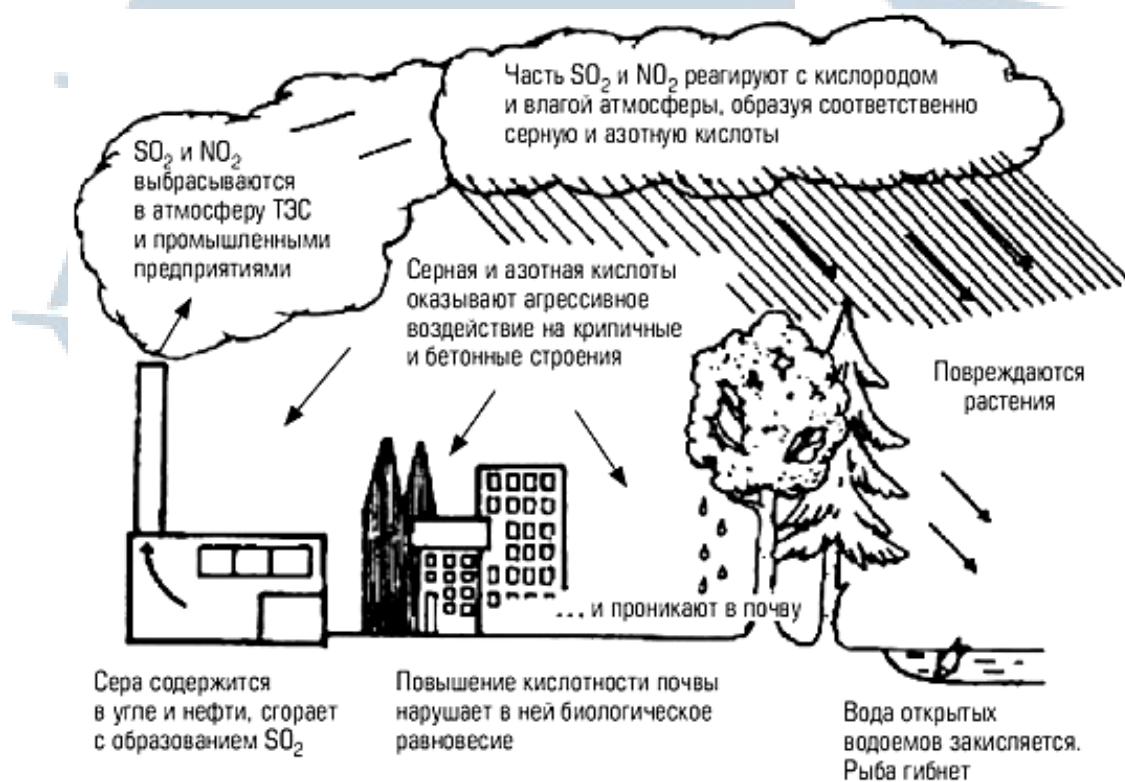


Рис. 22. Влияние кислотных осадков на биосферу [4; 8]

Кислотный дождь оказывает отрицательное воздействие на водоемы – озера, реки, заливы, пруды – повышая их кислотность до такого уровня, что в них погибает флора и фауна. Водяные растения лучше всего растут в воде со значениями рН между 7 и 9. С увеличением кислотности (рН < 7) водяные растения начинают погибать, лишая других животных водоема пищи (рис. 23).

При кислотности $pH = 6$ погибают пресноводные креветки. Когда кислотность повышается до $pH = 5,5$, погибают донные бактерии, которые разлагают органические вещества и листья, и органический мусор начинает скапливаться на дне. Затем гибнет планктон, который составляет основу пищевой цепи водоема и питается веществами, образующимися при разложении бактериями органических веществ. Когда кислотность достигает $pH = 4,5$ погибает вся рыба, большинство лягушек и насекомых. Подкисление воды рек и озер серьезно влияет и на сухопутных животных, так как многие звери и птицы входят в состав пищевых цепей, начинающихся в водных экосистемах.

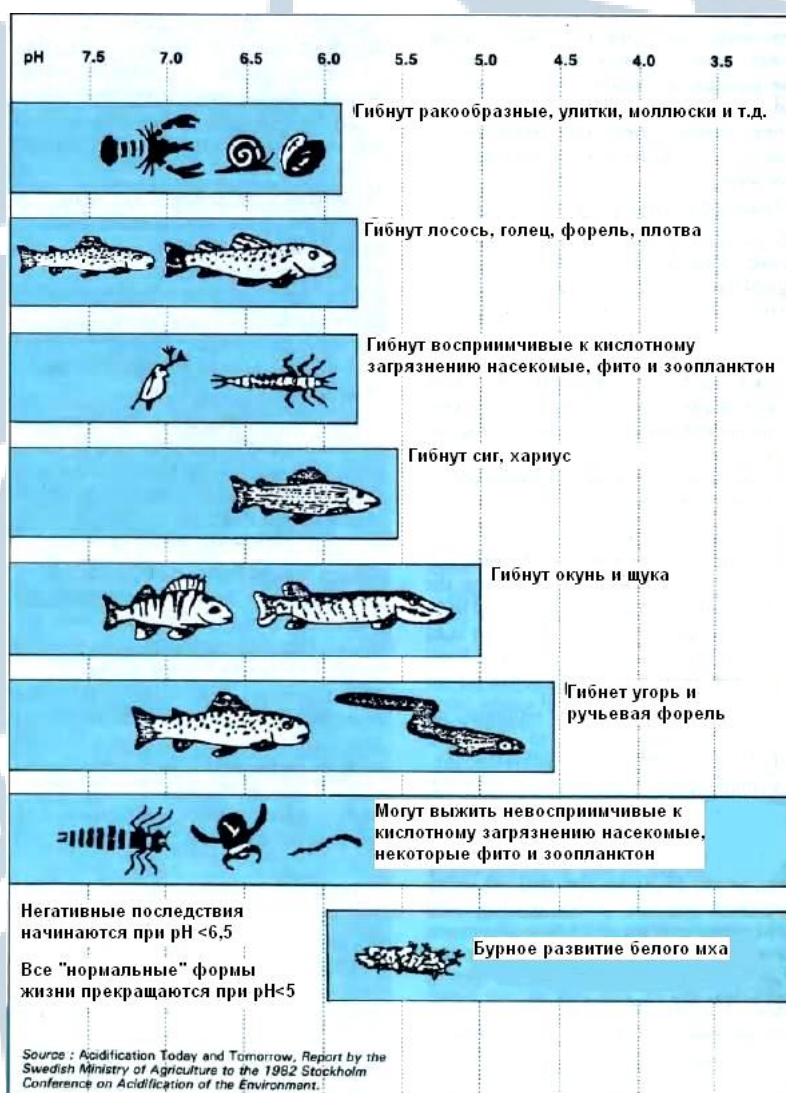


Рис. 23. Реакция гидробионтов на понижение значений pH в пресноводных водоемах (Курьер ЮНЕСКО, 1985, № 2) [4]

По мере накопления органических веществ на дне водоемов из них начинают выщелачиваться токсичные металлы. Повышенная


кислотность воды способствует более высокой растворимости таких опасных металлов, как алюминий, кадмий, ртуть и свинец из донных отложений и почв. Эти токсичные металлы представляют опасность для здоровья человека. Алюминий способен вызывать болезнь Альцгеймера, разновидность преждевременного старения. Тяжелые металлы, находящиеся в природных водах, отрицательно влияют на почки, печень, центральную нервную систему, вызывая различные онкологические заболевания. Генетические последствия отравления тяжелыми металлами могут проявиться через 20 лет и более не только у тех, кто употребляет загрязненную воду и пищу, но и у их потомков.

Кислотные осадки также нарушают защитный восковой покров листьев, делая растения более уязвимыми для насекомых, грибов и других патогенных микроорганизмов. Во время засухи через поврежденные листья испаряется больше влаги.

В результате закисления в почве происходит растворение питательных веществ, жизненно необходимых растениям; эти вещества выносятся дождями в грунтовые воды. По мере усиления кислотных осадков снижается способность почвы их нейтрализовать. Одновременно выщелачиваются из почвы и тяжелые металлы, которые затем усваиваются растениями, вызывая у них серьезные повреждения. Используя такие растения в пищу, человек также получает вместе с ними повышенную дозу тяжелых металлов. Когда деградирует почвенная фауна, снижаются урожаи, ухудшается качество сельскохозяйственной продукции, а это влечет за собой ухудшение здоровья населения и большие экономические убытки. Под действием кислот из горных пород и минералов высвобождается алюминий, а также ртуть и свинец, которые затем попадают в поверхностные и грунтовые воды. Кислотные дожди разъедают металлы, краски, синтетические соединения, разрушают архитектурные памятники.

Вблизи промышленных районов, где сконцентрировано много заводов и электростанций, загрязнение воздуха было всегда значительно больше, чем в сельской местности и лесах. Для того чтобы как-то уменьшить загрязнение воздуха в поселках и городах на заводах и ТЭС строили все более высокие трубы, чтобы выбросы рассеивались на значительные расстояния, постепенно становясь менее концентрированными и опасными. В результате от загрязнения воздуха стали страдать даже отдаленные территории и акватории. Появилось специальное понятие *трансграничный перенос*.

В 1979 г. в Женеве была представлена для подписания Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния.



Советский Союз подписал ее в 1980 г. Заинтересованные государства создали специальные службы мониторинга трансграничных переносов. В последующие два десятилетия во многих странах была разработана нормативная база и приняты законы, которые обязывали виновников загрязнения расплачиваться за нанесенный ими ущерб. Были созданы эффективные методы теоретического расчета количеств загрязняющих веществ, переносимых воздушными массами, благодаря которым удалось значительно снизить затраты на дорогостоящий мониторинг вдоль границ государств. В мировой практике утвердились правила взаимных компенсаций между государствами в случае доказанного ущерба.

Все вместе взятое заставило разработать и быстро внедрить технологии снижения содержания серы в газообразных выбросах. Для этого использовали как специальные фильтрующие устройства, так и очистку топлива от загрязняющих веществ до подачи его в топку. В результате ущерб от кислотных осадков в развитых странах значительно снизился, и эта проблема уже потеряла свою былую остроту. Этот урок позволил наглядно доказать, как важно своевременно принять международное решение, выработать механизмы проверки его осуществления и исполнения. Для борьбы с кислотными дождями необходимо направить усилия на сокращения выбросов кислотообразующих веществ угольными электростанциями. А для этого необходимо: использование низкосернистого угля или его очистка от серы; установка фильтров для очистки газообразных продуктов; применение альтернативных источников энергии

6.4. Смог

Тяжелые последствия в организме живых существ вызывает и ядовитая смесь дыма, тумана и пыли – **смог**. Различают два типа смога: зимний смог (лондонский тип) и летний (лос-анджелесский тип).

Лондонский тип смога (влажный, грязно-серая вата) возникает зимой в крупных промышленных городах при неблагоприятных погодных условиях (отсутствие ветра и температурная инверсия).

Температурная инверсия проявляется в повышении температуры воздуха с высотой в некотором слое атмосферы (обычно в интервале 300-400 м от поверхности Земли) вместо обычного понижения (рис. 24). В результате циркуляция атмосферного воздуха резко нарушается, дым и загрязняющие вещества не могут подняться вверх и не рассеиваются. Нередко возникают туманы. Концентрации оксидов серы, взвешенной пыли, оксида углерода достигают опасных для

здоровья человека уровнями, приводят к расстройству кровообращения, дыхания, а нередко и к смерти.

В 1952 г. в Лондоне от смога с 3 по 9 декабря погибло более 4 тыс. человек, до 10 тыс. человек тяжело заболели. Английские специалисты зафиксировали, что концентрация диоксида серы SO_2 в те дни достигала $5-10 \text{ мг/м}^3$ и выше при предельно допустимой концентрации (ПДК) этого вещества в воздухе населенных мест $0,05 \text{ мг/м}^3$ (максимально-разовое значение) и $0,05 \text{ мг/м}^3$ (среднесуточное). Также было установлено, что прежде других умирали горожане старше 50 лет, люди, страдающие заболеваниями легких и сердца, а также дети в возрасте до одного года.



Рис. 24. Температурная инверсия

В конце 1962 г. в Руре (ФРГ) смог убил за три дня 156 человек. Рассеять смог может только ветер, а сгладить смогоопасную ситуацию – сокращение выбросов загрязняющих веществ.

Лос-Анджелесский тип смога (сухой, розово-голубой окрас), или **фотохимический смог**, не менее опасен, чем лондонский. Возникает он летом при интенсивном воздействии солнечной радиации на воздух, насыщенный, а вернее, перенасыщенный выхлопными газами автомобилей. При очень слабом движении воздуха или безветрии в воздухе при низкой влажности в этот период идут сложные реакции с образованием новых высокотоксичных загрязнителей – **фотооксидантов** (озон, органические перекиси, нитриты и др.), которые раздражают слизистые оболочки желудочно-кишечного тракта, легких и органов зрения.

Только в одном городе (Токио) смог вызвал отравление 10 тыс. человек в 1970 г. и 28 тыс. человек в 1971 г. В некоторых российских городах (Кемерово, Ангарск, Новокузнецк, Медногорск и др.), осо-

бенно в тех, которые расположены в низинах, в связи с ростом числа автомобилей и увеличением выброса выхлопных газов, содержащих оксид азота, вероятность образования смога увеличивается.

В результате действия фотохимического смога происходит увядание и гибель растений, а также усиливается коррозия металлов, разрушение строительных конструкций, резины и других материалов. Окислительный характер такому смогу придает тропосферный озон (O_3), окислы азота (NO_2, NO) и другие образующиеся в нем вещества.

III. Порядок выполнения работы

Заполнить табл. 9 «Глобальные экологические проблемы», в первой колонке таблицы дать полное определение проблемы. Рассмотреть следующие виды глобальных экологических проблем: глобальное изменение климата (парниковый эффект), истощение озонового слоя, кислотные осадки, смог (Лондонский, Лос-Анджелесский и др.), загрязнение Мирового океана (эвтрофикация, нефтяное загрязнение, тяжелые металлы), обезлесивание, опустынивание, проблема пресной воды.

Таблица 9

Глобальные экологические проблемы

Определение проблемы	Причины возникновения	Экологические последствия, прогнозы	Меры борьбы (пути решения проблем, международное сотрудничество)
Парниковый эффект – это...			

Контрольные вопросы

1. Основные причины увеличения концентрации CO_2 в атмосфере.
2. В каком году и где была подписана Рамочная конвенция об изменении климата?
3. Согласно подписанному Киотскому протоколу (1997) на сколько процентов необходимо было снизить выбросы в атмосферу CO_2 ?
4. Назовите на какой высоте находится озоновый слой и его основные функции?

5. Почему мягкий ультрафиолет (длинноволновой УФ) в больших дозах полезен для человека и животных?
6. Что такое фреоны и в каких целях их используют?
7. Почему хлорфторуглероды заменили на хлорфторуглеводороды?
8. При каком значении pH осадки считаются кислотными?
9. Назовите загрязняющие вещества, способствующие выпадению кислотных дождей. Какое значение pH для пресной воды?
10. При каком значении pH погибает рыба в водоемах?
11. Дайте понятие трансграничного переноса.
12. Что называется температурной инверсией?
13. Чем Лондонский смог отличается от фотохимического?

Тема 7. Экологический мониторинг. Нормирование

I. Цель работы: изучить понятия *экологический мониторинг*, *нормативы предельно-допустимых изменений* (ПДК, ПДУ, ПДВ, ПДС и др). Уметь дать качественную и количественную оценку состояния атмосферного воздуха и водных объектов.

II. Описание работы

7.1. Экологический мониторинг (от англ. *monitor* – наблюдение, от лат. – напоминание, надзор) комплексная система наблюдений, оценки и прогноза состояния природных экосистем под влиянием антропогенных воздействий. Термин «мониторинг» впервые был введен Менном Р. в 1972 г. на Стокгольмской конференции ООН в дополнение к понятию «контроль», с тех пор проблемы мониторинга постоянно обсуждаются на различных международных и национальных конференциях. Объекты мониторинга: атмосфера, гидросфера, литосфера, почва, земельные, лесные, рыбные, сельскохозяйственные и другие ресурсы и их использование, биота, природные комплексы и экосистемы [13]. Основные цели мониторинга:

- количественная и качественная оценка состояния атмосферного воздуха, поверхностных вод, почвенного покрова, флоры и фауны, а также постоянный контроль стоков и выбросов на промышленных предприятиях;
- составление прогноза о состоянии экосистем и их компонентов и возможных их изменениях;
- наблюдение за происходящими физическими, химическими, биологическими процессами, за уровнем загрязнения атмосферного

воздуха, почв, водных объектов, последствиями его влияния на растительный и животный мир;

– обеспечение населения текущей и экстренной информацией об изменениях экосистем и условий обитания, а также предупреждение и прогнозирование их состояния.

По территориальному охвату (по Герасимову И.П.) различают три вида мониторинга: *глобальный* (биосферный, фоновый), *региональный* (геосистемный, природно-хозяйственный), *локальный* (санитарно-гигиенический, биоэкологический) [12].

В программу *биоэкологического и санитарно-гигиенического мониторинга*, проводимого на *локальном* уровне, входят наблюдения за изменением в различных сферах содержания загрязняющих веществ, обладающих канцерогенными, мутагенными и иными неблагоприятными свойствами. Постоянным наблюдениям подвергаются следующие загрязняющие вещества, наиболее опасные для природных экосистем и человека: в поверхностных водах – радионуклиды, тяжелые металлы, пестициды, бенз(а)пирен, рН, минерализация, азот, нефтепродукты, фенолы, фосфор; в атмосферном воздухе – оксиды углерода, азота, диоксид серы, озон, пыль, аэрозоли, тяжелые металлы, радионуклиды, пестициды, бенз(а)пирен, азот, фосфор, углеводороды; в биоте – тяжелые металлы, радионуклиды, пестициды, бенз(а)пирен, азот, фосфор. Тщательно исследуют и такие вредные физические воздействия, как радиацию, шум, вибрацию, электромагнитные поля и др.

Пункты экологических наблюдений располагают в местах концентрации населения и районах интенсивной его деятельности - территориях промышленно-энергетических центров, атомных электростанций, нефтепромыслов, агроэкосистем с интенсивным применением ядохимикатов и др.

На *региональном* (геосистемном) уровне наблюдение ведут за состоянием экосистем крупных природно-территориальных комплексов (бассейнов рек, лесных экосистем, агроэкосистем и т. д.). Изучают трофические связи (биологические круговороты) и их нарушения, оценивают возможность использования ресурсов природных экосистем в конкретных видах деятельности, анализируют характер и количественные показатели антропогенных воздействий на окружающую природную среду в этих регионах. Например, ведут контроль за популяционным состоянием исчезающих видов животных в пределах какого-либо региона и т. д.

Задача *глобального* (биосферного или фонового) мониторинга – обеспечить наблюдение, контроль и прогноз возможных изменений в биосфере в целом. Объекты глобального мониторинга: атмосфера, гидросфера, растительный и животный мир и биосфера в целом как среда жизни всего человечества. Разработка и координация глобального мониторинга окружающей среды осуществляется в рамках ЮНЕП (орган ООН) и Всемирной метеорологической организации (ВМО) [12].

Различают также *импактный мониторинг* – наблюдение локальных и региональных антропогенных воздействий в особо опасных зонах (с повышенным экологическим риском) и местах; это мониторинг источников загрязнения. Например, наблюдения за состоянием воздуха, воды и почвы в зоне воздействия крупного металлургического комбината или АЭС.

В России единая система государственного экологического мониторинга (государственного мониторинга окружающей среды) включает в себя *подсистемы государственного мониторинга*: состояния и загрязнения окружающей среды; атмосферного воздуха; радиационной обстановки на территории РФ; земель; объектов животного мира; лесопатологического мониторинга; воспроизводства лесов; состояния недр; водных объектов; водных биологических ресурсов; внутренних морских вод и территориального моря РФ; исключительной экономической зоны РФ; континентального шельфа РФ; уникальной экологической системы озера Байкал; охотничьих ресурсов и среды их обитания [33].

Федеральные службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет России) систематически на многочисленных станциях, створах контроля, стационарных постах, в химических лабораториях, на самолетах, вертолетах и космических аппаратах ведут наблюдение и оценивают уровни загрязнения атмосферы, вод, почв, донных отложений, околоземного пространства, состояния земель, минерально-сырьевых ресурсов недр, сохранность животного, растительного мира и т. д.

7.2. Нормирование

В основу всей природоохранной деятельности положен принцип *нормирования* – установление показателей предельно допустимых воздействий на экологические системы. Чем меньше пороговая величина воздействия, тем выше устойчивость экосистемы.



Основные экологические нормативы [19; 21]:

– **санитарно-гигиенические**: предельно допустимая концентрация вредных веществ – ПДК; предельно допустимый уровень физических воздействий – ПДУ (шума, вибрации, ионизирующих излучений и др.)

– **производственно-хозяйственные**: предельно допустимый выброс вредных веществ – ПДВ; предельно допустимый сброс вредных веществ – ПДС; норматив образования отходов производства и потребления;

– **комплексные показатели**: допустимая антропогенная нагрузка; экологическая емкость территории.

Предельно допустимая концентрация (ПДК) – количество загрязнителя в почве, воздушной или водной среде, которое при постоянном или временном воздействии на человека не влияет на его здоровье и не вызывает неблагоприятных последствий у его потомства. В последнее время при определении ПДК учитывается не только степень влияния загрязнения на здоровье человека, но и воздействие этих загрязнений на диких животных, растения, грибы, микроорганизмы, а также на природные сообщества в целом. *Единицы ПДК: для воздуха – мг/м³, для воды – мг/л, для почвы – мг/кг.*


В России действуют 1 356 ПДК вредных химических веществ для водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения (ГН 2.1.5.1315-03) [5], 1 071 ПДК – для рыбохозяйственных водоемов [26], 658 ПДК – для атмосферного воздуха населенных мест (ГН 2.1.6.3492-17) [6] и 49 ПДК для почв (ГН 2.1.7.2041-06).

ПДК устанавливаются на основании комплексных исследований и постоянно контролируются органами Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Роспотребнадзор). ПДК не остаются постоянными, их периодически пересматривают и уточняют. После утверждения норматив становится юридически обязательным.

Для нормирования содержания вредного вещества в атмосферном воздухе установлены два норматива – максимально разовый и среднесуточный ПДК [19; 21].

Максимально разовая предельно допустимая концентрация (ПДК_{м.р.}) – это такая концентрация вредного вещества в воздухе, которая не должна вызывать при вдыхании его в течение 30 минут рефлекторных реакций в организме человека (ощущение запаха, изменение световой чувствительности глаз и др.).

Среднесуточная предельно допустимая концентрация (ПДК_{с.с.}) – это такая концентрация вредного вещества в воздухе, которая не



должна оказывать на человека прямого или косвенного вредного воздействия при неопределенно долгом (годы) воздействии. Значения ПДК наиболее часто встречающихся загрязнителей атмосферного воздуха указаны в Приложении 1.

При содержании в воздухе нескольких загрязняющих веществ, обладающих суммацией действия (синергизмом), например, диоксидов серы и азота; озона, и формальдегида, сумма их концентраций не должна превышать при расчете единицы (см. Приложение 1):

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} < 1, \quad (7.1)$$


где C_1, C_2, \dots, C_n – фактические концентрации вредных веществ в воздухе или воде; $ПДК_1, ПДК_2, \dots, ПДК_n$ – максимально разовые предельно допустимые концентрации вредных веществ, которые установлены для их изолированного присутствия, мг/м³.

Для водных экосистем ПДК загрязняющих веществ означает такую их концентрацию, выше которой она становится непригодной для одного или нескольких видов водопользования. ПДК загрязняющих веществ устанавливаются отдельно для питьевых вод и рыбохозяйственных водоемов.

Требования к качеству вод в водоемах, используемых для рыбохозяйственных целей, специфичны и в большинстве случаев более жестки, чем таковые для водных объектов хозяйственно-бытового назначения, так как при переходе вредных веществ по пищевой (трофической) цепи происходит их биологическое накопление до опасных для жизни количеств.

Под предельно допустимой концентрацией вредного вещества в почве (ПДК, мг/кг) понимают такую максимальную концентрацию, которая не может вызвать прямого или косвенного влияния на среду, нарушить самоочищающую способность почвы и оказать отрицательное воздействие на здоровье человека.

Предельно допустимый уровень радиационного воздействия – это уровень, который не представляет опасности для здоровья человека, состояния животных, растений, их генетического фонда. ПДУ определяется на основании норм радиационной безопасности (НРБ-99) [30], основных санитарных правил (ОСП-72/87) и санитарных норм проектирования (СН-254-71). Установлены также предельно допустимые уровни (ПДУ) воздействия шума, вибрации, магнитных полей и иных вредных физических воздействий.



Предельно допустимый выброс или сброс (ПДВ и ПДС) – это максимальное количество загрязняющих веществ, которое в единицу времени разрешается выбрасывать данному конкретному предприятию в атмосферу или сбрасывать в водоем, не вызывая при этом превышения в них предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ и неблагоприятных экологических последствий. *Единицы измерения ПДВ и ПДС – тонн в год (т/г) или грамм в сутки (г/с).*

Расчет величины ПДВ (или ПДС) проводится при условии, чтобы ни в одной точке территории (или в створе реки) концентрация каждого загрязняющего вещества, обнаруживаемого в воздухе (или в водоеме), не превысила величину ПДК для каждого загрязняющего вещества. Расчеты ПДВ выполняются для каждого населенного пункта и обязательны для всех предприятий.

Если в воздухе городов или других населенных пунктов расположены предприятия с превышением ПДК, а допустимые значения выбросов по объективным причинам не могут быть достигнуты, вводится поэтапное снижение выброса вредных веществ. При этом могут быть установлены значения **временно согласованных выбросов (ВСВ)** до уровня предприятий с наиболее совершенной технологией.

Нормативы допустимой антропогенной нагрузки (НДАН) – это максимально возможные антропогенные воздействия на природные ресурсы или комплексы, не приводящие к нарушению устойчивости экологических систем. Различают *региональные* и *отраслевые* НДАН, которые применяются к отдельным природным ресурсам и объектам (оз. Байкал и др.) [19].

Потенциальная способность природной экосистемы перенести ту или иную антропогенную нагрузку без нарушения основных функций определяется термином **«экологическая емкость территории»**.

На практике применяют различные интегральные нормативы, позволяющие учитывать одновременное присутствие в компонентах экосистем по крайней мере нескольких загрязняющих веществ, которые в наибольшей степени определяют (ухудшают) ее качество. Среди интегральных нормативов можно выделить широко используемые в природоохранной практике **индексы загрязнения атмосферного воздуха и воды**.

Использование методов **биоиндикации** основано на определении степени воздействия на микроорганизмы, рыб и других видов живых организмов (см. Тема 5). Также широко используется интегральный норматив **ЛД-50** (летальная доза загрязнения, при которой в единицу времени погибает 50 % испытуемых особей вида-индикатора). Этот норматив учитывает не несколько приоритетных загрязнителей, а весь комплекс загрязнителей экосистемы и/или ее компонентов [21].

7.3. Гигиеническое нормирование химических веществ в атмосферном воздухе городов и других населенных пунктах

Для оценки степени загрязнения воздушного бассейна используется суммарный санитарно-гигиенический критерий – *индекс загрязнения атмосферы (ИЗА)*, определяемый по формуле [19; 21]:

$$ИЗА = \sum_{i=1}^n \left[\frac{C_i \times k_i}{ПДК_i} \right], \quad (7.2)$$

где C_i – концентрация i -го вещества;

$ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация i -го вещества;

n – количество веществ, загрязняющих атмосферу;

k_i – коэффициент, учитывающий класс опасности i -го вещества;

Установлено четыре класса опасности загрязняющих веществ:

1 класс – чрезвычайно опасные;

2 класс – высоко опасные;

3 класс – опасные;

4 класс – умеренно опасные.

Коэффициенты k_i для классов опасности веществ:

1 класс – $k_1 = 1,7$;

2 класс – $k_2 = 1,3$;

3 класс – $k_3 = 1,0$;

4 класс – $k_4 = 0,9$

Характеристика величин индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) приведена в табл. 10. Данные мониторинга о динамике состояния атмосферного воздуха г. Калининграда в 2011-2017 гг. (среднегодовые и максимальные концентрации загрязняющих веществ) приведены в табл. 11.

Таблица 10

Характеристика величин индекса загрязнения атмосферы

Величины ИЗА	Состояние атмосферы
Меньше 2,5	Чистая
2,5 - 7,5	Слабо загрязненная
7,5 - 12,5	Загрязненная
12,5 - 22,5	Сильно загрязненная
22,5 - 52,5	Высоко загрязненная
Более 52,5	Экстремально загрязненная

**Динамика загрязнения атмосферы Калининграда
в 2011-2018 гг.**

Загрязняющее вещество (класс опасности)	Взвешенные вещества (3 кл) $k_3 = 1,0$	Диоксид серы (3 кл) $k_3 = 1,0$	Оксид углерода (4 кл) $k_4 = 0,9$	Диоксид азота (3 кл) $k_2 = 1,0$	Оксид азота (3 кл) $k_3 = 1,0$	Сероводород (2 кл) $k_2 = 1,3$	Формальдегид (2 кл) $k_1 = 1,3$	Аммиак (4 кл) $k_4 = 0,9$	Бенз(а)пирен (1 кл) $k_1 = 1,7$
Среднегодовая концентрация, мг/м³									
ПДК_{с.с.}	0,15	0,05	3,0	0,04	0,06	–	0,01	0,04	$1,0 \cdot 10^{-6}$
2018 г.	0,130	0,02	0,6	0,047	0,006	0,000	0,008	0,011	$1,0 \cdot 10^{-6}$
2017 г.	0,134	0,002	0,6	0,040	0,006	0,000	0,004	0,008	$1,0 \cdot 10^{-6}$
2016 г.	0,125	0,002	0,8	0,041	0,007	0,000	0,014	0,011	$1,1 \cdot 10^{-6}$
2015 г.	0,149	0,002	0,7	0,059	0,016	0,000	0,011	0,010	$1,1 \cdot 10^{-6}$
2014 г.	0,157	0,002	0,8	0,064	0,018	0,000	0,009	0,015	$1,7 \cdot 10^{-6}$
2013 г.	0,151	0,02	0,8	0,064	0,023	0,000	0,009	0,015	$1,8 \cdot 10^{-6}$
2012 г.	0,143	0,003	0,8	0,068	0,014	0,000	0,011	0,02	$2,2 \cdot 10^{-6}$
2011 г.	0,142	0,003	0,9	0,074	0,020	0,000	0,007	0,02	$2,1 \cdot 10^{-6}$
Максимальная концентрация, мг/м³									
ПДК_{м.р.}	0,5	0,5	5,0	0,2	0,4	0,008	0,05	0,20	$1,0 \cdot 10^{-6}$
2018 г.	0,7	0,043	5,3	0,334	0,051	0,005	0,044	0,27	$3,9 \cdot 10^{-6}$
2017 г.	0,8	0,050	7,7	0,154	0,049	0,002	0,016	0,210	$6,1 \cdot 10^{-6}$
2016 г.	0,6	0,065	4,0	0,330	0,060	0,003	0,050	0,160	$5,1 \cdot 10^{-6}$
2015 г.	1,7	0,069	9,0	0,530	0,080	0,011	0,039	0,110	$4,8 \cdot 10^{-6}$
2014 г.	1,0	0,038	8,0	0,570	0,110	0,006	0,025	0,100	$5,1 \cdot 10^{-6}$
2013 г.	1,3	0,150	12,0	0,440	0,160	0,003	0,027	0,580	$4,4 \cdot 10^{-6}$
2012 г.	0,9	0,087	15,0	0,520	0,08	0,004	0,046	0,17	$4,2 \cdot 10^{-6}$
2011 г.	1,1	0,093	11,0	0,670	0,140	0,004	0,027	0,12	$6,6 \cdot 10^{-6}$

Пример расчета индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) Калининграда в 2018 г., с использованием табл. 11:

$$ИЗА = \frac{C_{\text{взв.вещ.}} \cdot k_3}{ПДК_{\text{взв.вещ.}}} + \frac{C_{SO_2} \cdot k_3}{ПДК_{SO_2}} + \frac{C_{CO} \cdot k_4}{ПДК_{CO}} + \frac{C_{NO_2} \cdot k_3}{ПДК_{NO_2}} + \frac{C_{NO} \cdot k_3}{ПДК_{NO}} + \frac{C_{H_2S} \cdot k_2}{ПДК_{H_2S}} + \frac{C_{\text{форм.}} \cdot k_2}{ПДК_{\text{форм.}}}$$

$$+ \frac{C_{NH_3} \cdot k_4}{ПДК_{NH_3}} + \frac{C_{бенз.} \cdot k_1}{ПДК_{бенз.}} ; \quad (7.3)$$

а) для расчета среднегодового индекса загрязнения атмосферы ($ИЗА_{cc}$) используем среднегодовые концентрации загрязняющих веществ (C) и их среднесуточные предельно допустимые концентрации ($ПДК_{cc}$):

$$ИЗА_{cc} = \frac{0,13 \cdot 1,0}{0,15} + \frac{0,02 \cdot 1,0}{0,05} + \frac{0,6 \cdot 0,9}{3,0} + \frac{0,047 \cdot 1,0}{0,04} + \frac{0,006 \cdot 1,0}{0,06} + \frac{0,008 \cdot 1,3}{0,01} + \frac{0,011 \cdot 0,9}{0,04} + \frac{1 \cdot 10^{-6} \cdot 1,7}{1 \cdot 10^{-6}} = 5,7 . \quad (7.4)$$

Вывод: $ИЗА_{cc} = 5,7$, атмосфера слабозагрязненная (по табл. 10);

б) для расчета максимального индекса загрязнения атмосферы ($ИЗА_{mp}$) используем максимальные концентрации загрязняющих веществ (C) и их максимально разовые предельно допустимые концентрации ($ПДК_{mp}$):

$$ИЗА_{mp} = \frac{0,7 \cdot 1,0}{0,5} + \frac{0,043 \cdot 1,0}{0,5} + \frac{5,3 \cdot 0,9}{5,0} + \frac{0,334 \cdot 1,0}{0,2} + \frac{0,051 \cdot 1,0}{0,4} + \frac{0,005 \cdot 1,3}{0,008} + \frac{0,44 \cdot 1,3}{0,05} + \frac{0,27 \cdot 0,9}{0,2} + \frac{1 \cdot 10^{-6} \cdot 1,7}{1 \cdot 10^{-6}} = 19,4 . \quad (7.5)$$


Вывод: $ИЗА_{mp} = 19,4$, атмосфера сильно загрязненная (по табл. 10).

7.4. Гигиеническое нормирование и оценка качества вод

Содержание в воде загрязняющих веществ нормируется исходя из вида водопользования: хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного [19; 21].

К *хозяйственно-питьевому* водопользованию относится использование водных объектов в качестве источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также для снабжения предприятий пищевой промышленности. К *культурно-бытовому* водопользованию относится использование водных объектов для купания, занятий спортом и отдыха населения. Требования к качеству воды, установленные для культурно-бытового водопользования, распространяются на все участки водных объектов, находящихся в черте населенных мест.

Рыбохозяйственные водные объекты могут относиться к одной из трех категорий. К **высшей** категории относят места расположения



нерестилищ, массового нагула и зимовальных ям особо ценных видов рыб и других промысловых водных организмов, а также охранные зоны хозяйств любого типа для разведения и выращивания рыб, других водных животных и растений. К *первой* категории относят водные объекты, используемые для сохранения и воспроизводства ценных видов рыб, обладающих высокой чувствительностью к содержанию кислорода. Ко *второй* категории относят водные объекты, используемые для других рыбохозяйственных целей. Предельно допустимая концентрация вещества в воде хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования устанавливается с учетом трех показателей вредности: органолептического, общесанитарного и санитарно-токсикологического.

Предельно допустимая концентрация вещества в водоемах рыбохозяйственного водопользования (ПДК_{вр}) устанавливается с учетом пяти показателей вредности: *органолептического, санитарного, санитарно-токсикологического, токсикологического и рыбохозяйственного.*

Органолептический показатель характеризует изменения таких свойств воды, как запах, цвет, мутность и др. *Общесанитарный* определяет влияние воздействующих веществ на естественное самоочищение вод естественной микрофлорой. *Санитарно-токсикологический* показатель характеризует вредное воздействие на организм человека, а *токсикологический* – токсичность загрязнителя для гидробионтов, населяющих водный объект. Рыбохозяйственный показатель определяет предельную концентрацию вещества, которое может присутствовать в водном объекте без видимого ущерба для промысловых рыб.

Для оценки степени загрязнения поверхностных вод используют *индекс загрязненности воды (ИЗВ)*, который рассчитывается как среднее из превышений ПДК по 6 ингредиентам: растворенному кислороду, биологическому потреблению кислорода (БПК₅) и четырем ингредиентам с наибольшим превышением ПДК:

$$ИЗВ = \frac{1}{6} \sum_{i=1}^6 \frac{C_i}{ПДК_i}, \quad (7.6)$$

где C_i – концентрация одного из 6 ингредиентов; $ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация этого вещества.

Характеристика величин индекса загрязнения воды (ИЗВ) приведена в табл. 12. В табл. 13 и 14 приведены гидрохимические показатели мониторинга Правдинского водохранилища, который проводился в

двух пунктах: 55 км (1 км выше плотины) и 60 км (6 км выше плотины) от устья реки Лава (Правдинский район, Калининградская область) в 2016 г. и 2013 г. [10].

Таблица 12

Характеристика индекса загрязнения воды (ИЗВ)

Величины ИЗВ	Состояние воды	Класс качества воды
Меньше 0,3	Очень чистая	1
0,3 - 1,0	Чистая	2
1,0 - 2,5	Умеренно загрязненная	3
2,5 - 4,0	Загрязненная	4
4,0 - 6,0	Грязная	5
6,0 - 10,0	Очень грязная	6
Более 10,0	Чрезвычайно грязная	7

Таблица 13

Показатели качества воды в Правдинском водохранилище в 2016 г.

Вещество	ПДК мг/л	55 км от устья реки Лава (1 км выше плотины)				60 км от устья реки Лава (6 км выше плотины)			
		июнь	июль	сентябрь	октябрь	июнь	июль	сентябрь	октябрь
Аммоний-ион	0,4	0,24	0,49	0,26	0,27	0,42	0,28	0,25	0,33
БПК ₅	2,0	3,4	3,3	2,2	2,0	4,1	3,0	2,4	2,12
Железо общее	0,1	0,05	0,05	0,052	0,18	0,097	0,104	0,13	0,33
Марганец	0,01	0,015	0,037	0,051	0,054	0,053	0,044	0,053	0,071
Медь	0,001	0,0022	0,0014	0,001	0,0062	0,0021	0,0032	0,001	0,007
Нефтепродукты	0,05	0,076	0,027	0,016	0,062	0,008	0,018	0,009	0,051
Никель	0,01	0,001	0,0028	0,026	0,006	0,0011	0,026	0,006 2	0,007
Нитраты	40	2,3	1,6	6,9	12,9	3,8	2,9	4,4	30,4
Нитриты	0,02	0,26	0,101	0,098	0,163	0,33	0,103	0,053	0,208
Растворенный кислород	6,0	6,2	6,3	7,5	9,9	6,4	8,5	8,1	10
pH	8,5	8,4	7,92	7,87	7,86	8,4	8,11	8,02	7,72
Сульфаты	100	34	28,5	36	37	32	27,6	31	42
Фенолы	0,001	0,0009	0,0005	0,0008	0,0006	0,001	0,0004	0,0005	0,0003
Фосфаты	0,05	0,085	0,03	0,19	0,198	0,115	1,1	0,24	0,274
Хлориды	300	21,1	21,5	22,4	18,5	19,5	20,4	21,5	20,3
ХПК	15	25	24	22	31	22	24	19	33
Цинк	0,01	0,005	0,016	0,009	0,012	0,005	0,0028	0,019	0,06

Пример расчета ИЗВ по Правдинскому водохранилищу на июнь 2016 г. (данные для расчета в табл. 13). В формулу (7.6) подставляем отношения концентраций загрязняющих веществ к их значениям ПДК для следующих ингредиентов: БПК₅, растворенного кислорода, а также четырех максимально превышающих ПДК – меди, нитрита, фосфатов, фосфора и ХПК (химическое потребление кислорода).

$$ИЗВ = \frac{1}{6} \left(\frac{3,4}{2,0} + \frac{6,2}{6,0} + \frac{0,0022}{0,001} + \frac{0,26}{0,02} + \frac{0,085}{0,05} + \frac{25}{15} \right) = 3,55. \quad (7.7)$$

Вывод: ИЗВ = 3,55, значит состояние воды в 55 км от устья реки Лава в июне – загрязненная (по табл. 12).

Таблица 14

Показатели качества воды в Правдинском водохранилище в 2013 г.

Вещество	ПДК, мг/л	55 км от устья реки Лава (1 км выше плотины)				60 км от устья реки Лава (6 км выше плотины)			
		июнь	июль	сентябрь	октябрь	июнь	июль	сентябрь	октябрь
рН	8,5	8,2	8,0	8,6	7,8	8,4	7,9	8,8	8,0
Растворенный кислород	6,0	12,7	7,0	9,0	7,5	11,4	8,3	9,1	8,8
БПК ₅	2,0	3,0	4,2	3,2	2,1	2,9	2,0	4,5	3,1
ХПК	15	22	22	24	29	20	17	21	30
Азот аммонийный	0,4	0,44	0,44	0,34	0,27	0,46	0,51	0,25	0,23
Азот нитратный	9,0	0,072	0,99	0,31	3,84	0,045	0,99	0,102	3,16
Азот нитритный	0,02	0,0061	0,042	0,0082	0,0061	0,0128	0,054	0,022	0,037
Железо общее	0,1	0,510	0,050	0,050	0,110	0,880	0,290	0,050	0,110
Марганец	0,01	0,200	0,0042	0,021	0,048	0,0021	0,089	0,019	0,0024
Медь	0,001	0,001	0,0042	0,0053	0,0024	0,001	0,001	0,001	0,048
Цинк	0,01	0,010	0,010	0,011	0,016	0,014	0,0078	0,017	0,0018
Никель	0,01	0,0014	0,0023	0,0024	0,0018	0,0014	0,0018	0,0022	0,016
Нефтепродукты	0,05	0,027	0,0080	0,019	0,013	0,032	0,010	0,017	0,013
Фенолы	0,001	0,0005	0,0008	0,0005	0,0007	0,0005	0,0007	0,00053	0,0007

III. Порядок выполнения работы

1. По формулам (7.2) и (7.3) рассчитайте индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) для среднегодовых и максимальных концентраций загрязняющих веществ атмосферного воздуха Калининграда в 2011-2017 гг., используя данные табл. 11. (Пример расчета для 2018 г. см. выше, формулы (7.4) и (7.5)).

2. По табл. 10 определите степень загрязнения воздуха города Калининграда в 2011-2017 гг. Результаты расчетов представьте в табл. 15.

Таблица 15

Расчет ИЗА Калининграда в 2011-2018 гг.

Год	ИЗА среднегодовой	Степень загрязнения атмосферы	ИЗА максимальный	Степень загрязнения атмосферы
2018	5,5	слабозагрязненная	19,4	сильно загрязненная
2017				
2016				
2015				
2014				
2013				
2012				
2011				

3. Постройте две диаграммы ИЗА (для среднегодовых и максимальных концентраций загрязняющих веществ) за 2011-2017 гг.

4. Используя данные табл. 13 и 14, по формуле (7.6) рассчитайте индекс загрязнения воды (ИЗВ) в Правдинском водохранилище (Правдинский район, Калининградская область) в 2016 г. и 2013 г. для четырех месяцев (июнь, июль, сентябрь, октябрь) для двух точек мониторинга: 55 км и 60 км от устья реки Лава.

5. По табл. 12 определите степень загрязнения воды водохранилища. Результаты расчетов представьте в табл. 16.

Таблица 16

Расчет ИЗВ Правдинского водохранилища

Год / месяц		55 км от устья реки Лава		60 км от устья реки Лава	
		ИЗВ	Степень загрязнения воды	ИЗВ	Степень загрязнения воды
2016	Июнь	3,55	загрязненная		
	Июль				
	Сентябрь				
	Октябрь				
2013	Июнь				
	Июль				
	Сентябрь				
	Октябрь				



Задания для самостоятельной работы

1. В Приложении 1 приведены: справочные данные о предельно допустимых концентрациях вредных веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов (табл. П.1); 10 вариантов расчетных задач по оценке качества атмосферного воздуха с учетом эффекта суммации и пример выполнения задания.

2. В Приложении 2 приведены: значения ПДК веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого, рыбохозяйственного пользования и их лимитирующие показатели вредности (табл. П.3); 10 вариантов расчетных задач по оценке качества воды в водоемах хозяйственно-бытового или рыбохозяйственного назначения и пример выполнения задания.

3. В Приложении 3 приведены сведения мониторинга о концентрации загрязняющих веществ в 15 реках Калининградской области для трех сезонов (зима, весна, осень) в 2010 г. [9] и задание для расчета индекса загрязнения воды (ИЗВ) для этих рек.

Контрольные вопросы

1. Что называется экологическим мониторингом, назовите его цели и задачи.

2. Назовите органы, осуществляющие экологический мониторинг в России, в мире.

3. Что называется импактным мониторингом?

4. Назовите подсистемы государственного мониторинга.

5. Что понимают под нормативами допустимого воздействия на экосистемы?

6. Назовите единицы измерения ПДК (для воздуха, воды и почвы), ПДВ и ПДС.

7. Чем отличается ПДК_{МР} от ПДК_{СС} атмосферного воздуха?

8. Объясните содержание понятия «экологическая емкость территории».

9. Сколько классов опасности у загрязняющих веществ?



Тема 8. Экономический механизм охраны природы

I. Цель работы: ознакомиться с понятиями управление природопользованием, «экологизация технологий», изучить основы экономического механизма охраны природы. Научиться рассчитывать плату за загрязнение природных систем.

II. Описание работы

8.1. Управление природопользованием – научнообоснованный подход снижения антропогенной нагрузки на экосистему. *Рациональное природопользование* (по Реймерсу [29]) – система взаимодействующих составляющих: потребление – охрана – воспроизводство природных ресурсов и жизнеобеспечивающих условий функционирования экосистем.


Экологизация технологий

Главные составляющие рационального природопользования: экологизация технологий; строгий экономический расчет; четкое организационно-правовое обеспечение; использование достижений научно-технического прогресса; обучение экологическим приоритетам персонала предприятий и, в первую очередь, высшего звена.

Основные цели *экологизации технологий* (по Герасимову И.П. [12]) – оптимизация условий жизнедеятельности человечества путем сохранения и улучшения свойств природных систем; перевод производства на безотходные технологии и замкнутые циклы ресурсопотребления; рациональное использование природных ресурсов, обеспечивающее их охрану, восстановление и расширенное воспроизводство; защита и сохранение генофонда растительного и животного мира [13].

В процессе экологизации должны быть обеспечены условия для создания замкнутых технологических циклов, введения более низких норм водо- и энергопотребления при сохранении прогресса производства, его рентабельности и прибыльности. Следующий важнейший шаг – использование безотходных и малоотходных технологий, рециклирование производственных процессов по типу природных круговоротов веществ и энергии.

Условия внедрения малоотходных технологий и массового использования вторичного сырья – пока все еще представляют собой начальную ступень развития в направлении экологизации производства, но очевидно, что это будет новый качественный этап в экономике сырья, материалов и энергии. В системе нанотехнологий биологиче-



ские структуры и процессы уже служат моделями для технической химии и производных от нее производств.

В процессе экологизации производственных циклов большую роль начинает играть применение солнечной энергии. Использование солнечного излучения в процессе фотосинтеза у растений достигает 15 %. Солнечные батареи, установленные на космических аппаратах, аккумулируют до 20 % улавливаемой энергии. Есть все основания полагать, что эффективность преобразования солнечной энергии в электрическую может уже в ближайшие годы возрасти до 30-40 %.

Биотехнологии – это не только будущее, но и настоящее в производстве пищи, кормов, лекарств и средств предупреждения болезней, в создании новых высокоурожайных сортов. Уже накоплен опыт эколого-экономического обоснования биотехнологий: выявлены возможности рентабельного использования биотоплива, производства биоэтанола и других альтернативных источников энергии [13].

8.2. Основные положения эколого-экономического механизма управления природопользованием

В основу экологической экономики входят как постоянно действующие институты, так и новая их совокупность, возникшая на базе перехода к рыночным отношениям. Постоянно действующие институты: природные кадастры; меры по материально-техническому и финансовому обеспечению; платежи за использование природных ресурсов, за загрязнение окружающей природной среды; льготы по кредитованию, налогообложению и даже полное освобождение от налогов. К новым экономическим механизмам относятся: экологическое страхование, введение поощрительных цен на экологически чистую продукцию, формирование банка экологических услуг, совершенствование договорных отношений, где видное место занимает экономический механизм регулирования – договоры на комплексное природопользование, аренду, передачу и постоянное использование объектов, охрану памятников природы и т. д. Схема управления природопользованием, действующая в развитых странах, добившихся значительных экологических успехов, и рекомендованная для использования в развивающихся странах представлена на рис. 25.

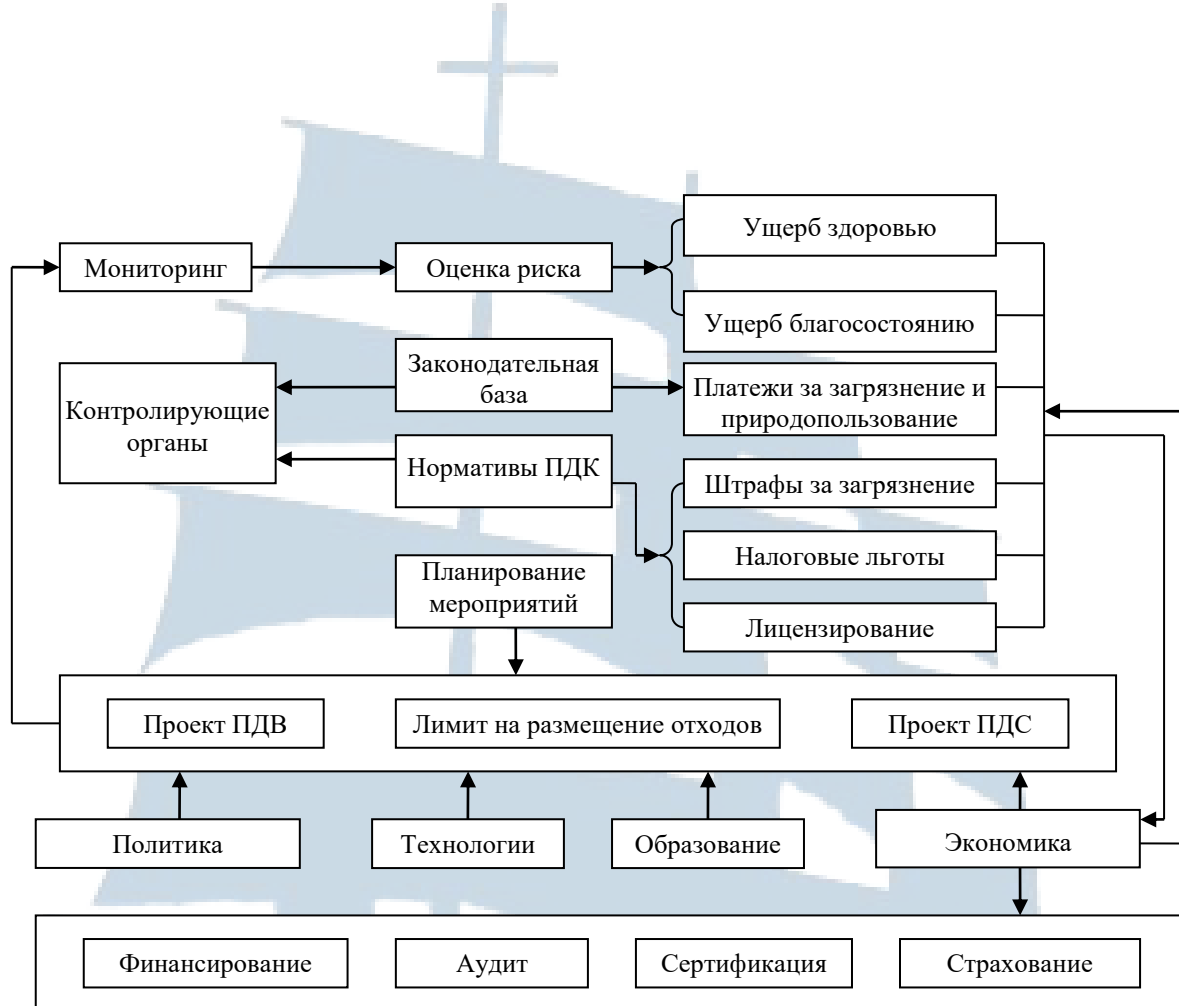


Рис. 25. Схема управления природопользованием [11]

8.3. Правовая охрана природы [13]

Система экологического законодательства включает две подсистемы: *природоохранное* и *природоресурсное* законодательство. В природоохранное законодательство входят закон Российской Федерации (РФ) «Об охране окружающей среды», законодательные акты комплексного регулирования, а в природоресурсное – Земельный кодекс РФ, закон РФ «О недрах», Водный кодекс РФ, Лесной кодекс РФ, отраслевые нормативные акты.

К основным источникам экологического права относятся Конституция РФ, федеральные и региональные законы, указы Президента, постановления и распоряжения Правительства, нормативные акты министерств и ведомств, а также обычаи и традиции населения.

Круг экологических вопросов, по которым могут издаваться указы и распоряжения Президента РФ, практически не ограничен. На основе и во исполнение Конституции РФ, федеральных законов, нормативных указов Президента РФ, Правительство РФ издает постановления, распоряжения, отвечая также за их исполнение. Постановление Правительства также является нормативно-правовым актом. В соответствии со ст. 144 Конституции РФ Правительство обеспечивает

проведение в Российской Федерации единой государственной политики в области науки, культуры, образования, здравоохранения, социального обеспечения, экологии.

Постановления Правительства по вопросам экологии можно подразделить на три группы. К первой группе относятся принимаемые во исполнение закона для конкретизации отдельных положений. Вторая группа предназначена для определения компетентных органов управления и контроля. Третья – включает нормативно-правовые акты дальнейшего правового регулирования экологических отношений.


Природоохранные министерства и ведомства наделяются правом принимать нормативные акты в рамках своей компетентности. Они предназначены для обязательного исполнения другими министерствами и ведомствами, физическими и юридическими лицами. Так, Министерство природных ресурсов и экологии (МПР) России издает нормативные приказы, инструкции и положения по вопросам охраны окружающей среды и использования природных ресурсов.

Органы управления, контроля и надзора по охране природы. Исключительно важную роль в реализации основ природоохранного законодательства играют органы управления, контроля и надзора в области охраны окружающей природной среды России. Действующей структурой органов управления охраны окружающей природной среды предусматриваются две категории: органы общей и специальной компетенции.

К государственным органам общей компетенции относятся: Президент, Федеральное собрание, Государственная дума, Правительство РФ, представительные и исполнительные органы власти субъектов Федерации, муниципальные органы. Государственными органами специальной компетенции являются те, которые выполняют только природоохранные функции.

Задачи и полномочия органов управления РФ и ее субъектов в области охраны природы. Высшие федеральные, а также республиканские, областные, краевые законодательные органы России согласно закону РФ «Об охране окружающей природной среды» призваны определять основные направления государственной природоохранной политики, утверждать экологические программы, устанавливать правовые основы и нормы (в пределах своей компетенции).

По Конституции РФ **природопользование, охрана природы, обеспечение экологической безопасности** – составляют совместную компетенцию Федерации и субъектов Федерации. Вопросы, входящие в компетенцию названных органов, можно подразделить на семь комплексных групп.



1. Определение основных направлений экологической политики, утверждение экологических программ, установление правовых и экономических основ регулирования и обеспечение экологической безопасности.

2. Планирование, финансирование и материально-техническое обеспечение экологических программ, координация природоохранной деятельности.

3. Учет и оценка природных ресурсов, прогноз их состояния, ведение кадастра природных ресурсов, осуществление мониторинга.

4. Утверждение нормативов вредных воздействий, платежей за использование природных ресурсов, за выбросы, сбросы вредных веществ, захоронения отходов. Выдача разрешений на природопользование, выброс, сброс, захоронение вредных веществ.

5. Государственный экологический контроль, государственная экологическая экспертиза, решение об ограничениях, приостановлении, прекращении деятельности экологически вредных производств и услуг. Привлечение к административной и уголовной ответственности за экологические преступления. Предъявление исков в суд о взыскании ущерба, причиненного экологическим правонарушителем.

6. Организация заповедного дела, охрана памятников природы, ведение Красной книги, экологическое воспитание и образование.

7. Международное сотрудничество.

8.4. Принцип «Загрязнитель – платит»

Законом РФ «Об охране окружающей среды» (2002) [34] предусмотрено два вида платежей: за право пользования природными ресурсами и за загрязнение природной среды.


Плата за использование природных ресурсов включает и выплаты за сверхлимитное и нерациональное использование природных ресурсов, а также на воспроизводство и охрану природных ресурсов.

Формы платы *за землю*: земельный налог, арендная плата, нормативная цена земли.

Плата *за использование недр*: осуществляется за право на поиск и разведку месторождений полезных ископаемых и их добычу, а также использование недр для иных целей, (не связанных с добычей полезного сырья).

Плата *за эксплуатацию водных объектов* предполагает и платежи на восстановление и охрану вод.

Формы платы *за потребление лесных ресурсов* установлены Лесным кодексом Российской Федерации (2007 г.) в виде лесных по-



датеЙ, арендной платы, отчислений в фонды воспроизводства, охраны и защиты леса.

Плата за *растительные ресурсы* регламентируется лесным законодательством РФ, правительственными постановлениями, нормативными актами Министерства природных ресурсов и экологии. Размеры платежей, отчисляемых в бюджет района или города, определяются органами местного самоуправления.

Плата за *ресурсы животного мира* – это платежи за охоту, рыболовство, а также арендная плата за право пользования охотничьими угодьями. Размер платы за право пользования животным миром, включая охоту и ловлю рыбы, определяется местными исполнительными органами совместно с органами охоты и рыболовства. Поступающие платежи перечисляются в местный бюджет и используются на улучшение ведения охотничьего хозяйства, воспроизводство рыбных запасов.


8.5. Плата за загрязнение природной среды [23; 24; 25; 28; 33; 34]

Правовое регулирование платежей за загрязнение обеспечивается законом РФ «Об охране окружающей среды» (2002) [34] и Постановлениями Правительства РФ, в которых утвержден порядок определения платы за загрязнение окружающей среды и ее предельные размеры. Законом предусматриваются платежи за следующие виды негативного воздействия на окружающую среду:

- а) выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками;
- б) сбросы загрязняющих веществ в водные объекты;
- в) хранение, захоронение отходов производства и потребления (размещение отходов).

Контроль за исчислением платы осуществляется Федеральной службой по надзору в сфере природопользования и ее территориальными органами.

Плата исчисляется путем умножения величины платежной базы по каждому загрязняющему веществу на соответствующие ставки платы, с применением коэффициентов, а также дополнительных коэффициентов, и суммирования полученных величин. Суммирование платы производится по каждому стационарному источнику загрязнения окружающей среды и (или) объекту размещения отходов, по виду загрязнения и в целом по объекту, оказывающему негативное воздействие на окружающую среду, а также их совокупности. (В ред. Постановления Правительства РФ от 29.06.2018 г. № 758) [25].



Из суммы платы вычитаются затраты на реализацию мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду, фактически произведенные лицами, обязанными вносить плату, в пределах исчисленной платы по тем показателям (каждому загрязняющему веществу, либо классу опасности отходов производства и потребления, по которому производится расчет платы в части сбросов и (или) выбросов загрязняющих веществ, размещения отходов производства и потребления), по которым в соответствии с планом мероприятий по охране окружающей среды или программой повышения экологической эффективности предусматривается снижение сбросов и (или) выбросов загрязняющих веществ, повышение показателей использования и обезвреживания (обеззараживания) отходов производства и потребления.

Перечень загрязняющих веществ для атмосферного воздуха и водных объектов, а также классы опасности отходов производства и потребления, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды, утвержден распоряжением Правительства РФ от 8 июля 2015 г. № 1316-р [28].

Ставки платы и дополнительные коэффициенты установлены постановлением Правительства РФ от 13.09.2016 г. № 913 «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах» [24] и Постановлением Правительства РФ от 29.06.2018 г. № 758 «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду при размещении твердых коммунальных отходов IV класса опасности (малоопасные) и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» [25].

Платежная база – объем или масса выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ, либо объем или масса размещенных в отчетном периоде отходов. Платежная база определяется лицами, обязанными вносить плату, самостоятельно на основе данных производственного экологического контроля:

а) для каждого стационарного источника, фактически использовавшегося в отчетный период, в отношении каждого загрязняющего вещества, включенного в перечень загрязняющих веществ [28];

б) в отношении каждого класса опасности отходов.

При определении платежной базы учитываются:

а) объем или масса выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ в пределах нормативов допустимых выбросов, нормативов допустимых сбросов, либо технологических нормативов;

б) объем или масса выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ в пределах временно разрешенных выбросов, временно разрешенных сбросов загрязняющих веществ и микроорганизмов (лимиты на выбросы и сбросы);

в) объем или масса выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ, превышающие нормативы указанные в подпункте а), выбросы и сбросы (включая аварийные) и в подпункте б);

г) лимиты на размещение отходов производства и потребления и их превышение.

8.6. Плата за загрязнение атмосферного воздуха, поверхностных и подземных вод

Плата в пределах (равных или менее) нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ, либо в соответствии с отчетом об организации и о результатах осуществления производственного экологического контроля, отчетностью о выбросах вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух для объектов, оказывающих негативное воздействие, III категории *или сбросов загрязняющих веществ (П_{нд})* рассчитывается по формуле (8.1):

$$P_{нд} = \sum_{i=1}^n M_{ндi} \cdot N_{плi} \cdot K_{от} \cdot K_{нд}, \quad (8.1)$$

где $M_{ндi}$ – платежная база за выбросы или сбросы i -го загрязняющего вещества в количестве *равном либо менее* установленных нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ или сбросов загрязняющих веществ, тонна (m^3);

$N_{плi}$ – ставка платы за выброс или сброс i -го загрязняющего вещества, рублей/тонна (рублей/ m^3), в соответствии с Постановлением № 913 [24];

$K_{от}$ – дополнительный коэффициент к ставкам платы в отношении территорий и объектов, находящихся под особой охраной в соответствии с федеральными законами, равный $K_{от} = 2$;

$K_{нд}$ – коэффициент к ставкам платы за выброс или сброс i -го загрязняющего вещества за объем или массу выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ в пределах нормативов допустимых выбросов, нормативов допустимых сбросов, равный $K_{нд} = 1$;

n – количество загрязняющих веществ.

Плата в пределах временно разрешенных выбросов, временно разрешенных сбросов, превышающих нормативы допустимых вы-

бросов или сбросов, технологические нормативы (Π_{BP}), рассчитывается по формуле (8.2):

$$\Pi_{BP} = \sum_{i=1}^n M_{BPi} \cdot H_{ПЛи} \cdot K_{OT} \cdot K_{BP}, \quad (8.2)$$

где M_{BPi} – платежная база за выброс или сброс i -го загрязняющего вещества, определяемая лицом, обязанным вносить плату, за отчетный период как разница между массой или объемом выбросов загрязняющих веществ или сбросов загрязняющих веществ в количестве, *равном либо менее* временно разрешенных выбросов, временно разрешенных сбросов, и массой или объемом выбросов загрязняющих веществ или сбросов загрязняющих веществ в пределах установленных нормативов допустимых выбросов (сбросов), технологических нормативов, тонна (m^3);

K_{BP} – коэффициент к ставкам платы за выброс или сброс i -го загрязняющего вещества за объем или массу выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ в пределах установленных временно разрешенных выбросов, временно разрешенных сбросов загрязняющих веществ, равный $K_{BP} = 25$.

Плата при превышении установленных комплексным экологическим разрешением выбросов или сбросов загрязняющих веществ для объектов I категории, а также при превышении выбросов или сбросов загрязняющих веществ, указанных в декларации о воздействии на окружающую среду для объектов II категории ($\Pi_{ПР}$), рассчитывается по формуле (8.3):

$$\Pi_{ПР} = \sum_{i=1}^n M_{ПРi} \cdot H_{ПЛи} \cdot K_{OT} \cdot K_{ПР}, \quad (8.3)$$

где $M_{ПРi}$ – платежная база по выбросу или сбросу соответствующего i -го загрязняющего вещества за отчетный период как разница между массой или объемом выбросов загрязняющих веществ или сбросов загрязняющих веществ при превышении их количества, установленного комплексным разрешением для объектов I категории либо указанного в декларации о воздействии на окружающую среду для объектов II категории, и массой выбросов загрязняющих веществ или сбросов загрязняющих веществ, определенных указанными документами (временно разрешенных выбросов, временно разрешенных сбросов), тонна (m^3);

$K_{ПР}$ – коэффициент к ставкам платы за выброс или сброс соответствующего i -го загрязняющего вещества за объем или массу выбросов

загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ, превышающих установленные для объектов I категории объем или массу, а также превышающих указанные в декларации о воздействии на окружающую среду для объектов II категории такие объем или массу, равный $K_{ПР} = 100$.

При исчислении платы за выбросы или сбросы загрязняющих веществ в пределах, равных технологическим нормативам или менее технологических нормативов после внедрения наилучших доступных технологий на объекте, оказывающем негативное воздействие на окружающую среду, расчет осуществляется по формуле (8.3), в которой вместо коэффициента $K_{НД}$ применяется коэффициент $K_{НДТ}$ – за объем или массу выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ в пределах технологических нормативов после внедрения наилучших доступных технологий на объекте, оказывающем негативное воздействие на окружающую среду, равный 0.

8.7. Плата за размещение отходов

Плата за размещение отходов в пределах лимитов на размещение отходов, а также в соответствии с отчетностью об образовании, утилизации, обезвреживании и о размещении отходов, представляемой субъектами малого и среднего предпринимательства, согласно законодательству Российской Федерации в области обращения с отходами ($П_{ЛР}$), рассчитывается по формуле (8.4):

$$P_{ЛР} = \sum_{j=1}^m M_{Лj} \cdot H_{ПЛj} \cdot K_{ОТ} \cdot K_{Л} \cdot K_{СТ}, \quad (8.4)$$

где $M_{Лj}$ – платежная база за размещение отходов j-го класса опасности, определяемая лицом, обязанным вносить плату, за отчетный период как масса или объем размещенных отходов в количестве, равном или менее установленных лимитов на размещение отходов, тонна (m^3);

$H_{ПЛj}$ – ставка платы за размещение отходов j-го класса опасности, рублей/тонна (рублей/ m^3), в соответствии с Постановлением № 913 [24], Постановлением № 758 (в ред. от 29.06.2018) [25];

$K_{ОТ}$ – дополнительный коэффициент к ставкам платы в отношении территорий и объектов, находящихся под особой охраной в соответствии с федеральными законами, равный $K_{ОТ} = 2$;

$K_{Л}$ – коэффициент к ставке платы за размещение отходов j-го класса опасности за объем или массу отходов производства и потребления, размещенных в пределах лимитов на их размещение, а также в соответствии с отчетностью об образовании, использовании, обез-

врезживании и о размещении отходов производства и потребления, представляемой в соответствии с законодательством Российской Федерации в области обращения с отходами, равный $K_L = 1$;

K_{CT} – стимулирующий коэффициент к ставке платы за размещение отходов j -го класса опасности, принимаемый в соответствии с пунктом 6 статьи 16.3 Федерального закона «Об охране окружающей среды» (Порядок исчисления платы за негативное воздействие на окружающую среду) [23; 34];

m – количество классов опасности отходов.

Плата за размещение отходов с превышением установленных лимитов на их размещение либо указанных в декларации о воздействии на окружающую среду, а также при выявлении превышения фактических значений размещенных отходов над указанными в отчетности об образовании, утилизации, обезвреживании и о размещении отходов производства и потребления, представляемой субъектами малого и среднего предпринимательства в соответствии с законодательством РФ в области обращения с отходами ($\Pi_{СЛ}$), рассчитывается по формуле (8.5):

$$\Pi_{СЛ} = \sum_{j=1}^m M_{СЛj} \cdot H_{ПЛj} \cdot K_{ОТ} \cdot K_{СТ} \cdot K_{СЛ}, \quad (8.5)$$

где $M_{СЛj}$ – платежная база за размещение отходов j -го класса опасности, определяемая лицом, обязанным вносить плату, за отчетный период как разница между массой или объемом размещенных отходов и массой или объемом установленных лимитов на их размещение, тонна (m^3);

$K_{СЛ}$ – коэффициент к ставке платы за размещение отходов j -го класса опасности за объем или массу отходов, размещенных с превышением установленных лимитов на их размещение либо указанных в декларации о воздействии на окружающую среду, а также с превышением объема или массы отходов, указанных в отчетности об образовании, использовании, обезвреживании и о размещении отходов производства и потребления, представляемой субъектами малого и среднего предпринимательства в соответствии с законодательством Российской Федерации в области обращения с отходами, равный $K_{СЛ} = 25$.

Общая плата за выброс загрязняющих веществ в атмосферу или сброс загрязняющих веществ в поверхностные и подземные воды вычисляется по формуле (8.6), плата за размещение отходов по (8.7):

$$\Pi = \sum_{i=1}^n (M_{НДи} \cdot H_{ПЛи}) \cdot K_{ОТ} + \sum_{i=1}^n [(M_{ВРi} - M_{НДи}) \cdot H_{ПЛи} \cdot 25] \cdot K_{ОТ} + \sum_{i=1}^n [(M_i - M_{ВРi}) \cdot H_{ПЛи} \cdot 100] \cdot K_{ОТ}. \quad (8.6)$$

$$P_{OTX} = \sum_{j=1}^m [M_{Лj} \cdot H_{ПЛj}] \cdot K_{OT} \cdot K_{Л} \cdot K_{CT} + \sum_{j=1}^m [(M_j - M_{Лj}) \cdot H_{ПЛj}] \cdot K_{OT} \cdot K_{CT} \cdot K_{СЛ} \quad (8.7)$$

Плата за выбросы и сбросы загрязняющих веществ вносится лицами, обязанными вносить плату, по месту нахождения стационарного источника, а за размещение отходов – по месту нахождения объекта размещения отходов производства и потребления.

III. Порядок выполнения работы

1. По данным табл. 17 выполнить расчеты платы за сбросы загрязняющих веществ в поверхностные воды, номер варианта выбирается по последней цифре зачетной книжки (или курсантского билета), либо по заданию преподавателя. Если номер заканчивается на «0», то выбирается вариант № 10. Пример расчета приведен ниже.

Таблица 17

Данные для расчета платы за сбросы загрязняющих веществ в поверхностные воды (* ставки платы за 2020 г.)

	Масса, т	Взвешенные вещества	Кальций	Магний	Сульфаты	Нитрит-ион	Нитрат-ион	Сухой остаток	Железо	Нефтепродукты	Хлориды	Фосфаты	БПК ₅
Ставка платы, руб/т*		П ₁	П ₂	П ₃	П ₄	П ₅	П ₆	П ₇	П ₈	П ₉	П ₁₀	П ₁₁	П ₁₂
		1055,4	3,5	16,1	6,5	8034,1	16,1	0,5	6426,9	15888,6	2,6	3973,6	262,4
Пример	М	2,221	40,038	15,993	15,570	0,019	1,433	994,035	10,589	0,033	5,649	0,020	1,693
	М _Н	1,490	33,797	12,748	30,169	0,016	1,039	552,556	8,393	0,026	5,514	0,017	1,873
	М _{ВР}	1,490	35,707	12,748	30,169	0,021	1,672	714,629	8,393	0,029	7,860	0,017	1,873
Вар. 1	М	2,234	41,021	16,031	16,230	0,012	1,485	995,038	11,231	0,029	6,124	0,022	1,752
	М _Н	1,510	32,970	13,758	31,128	0,016	1,039	553,585	9,351	0,027	6,120	0,018	1,837
	М _{ВР}	1,590	33,990	17,003	31,145	0,017	1,683	713,328	9,360	0,028	6,122	0,019	1,840
Вар. 2	М	2,221	40,038	15,993	15,570	0,019	1,433	994,035	10,589	0,033	5,449	0,020	1,693
	М _Н	1,490	33,797	12,748	30,169	0,016	1,039	552,566	8,393	0,026	5,514	0,017	1,873
	М _{ВР}	1,490	33,897	12,848	30,169	0,021	1,672	714,629	8,453	0,029	7,860	0,018	1,873
Вар. 3	М	2,123	41,021	16,031	16,570	0,012	1,421	993,023	11,21	0,028	6,131	0,021	1,631
	М _Н	1,521	32,059	15,993	31,239	0,016	1,028	990,099	9,354	0,031	5,613	0,017	1,874
	М _{ВР}	1,541	32,059	15,998	31,249	0,031	1,672	991,023	9,354	0,033	5,623	0,018	1,874
Вар. 4	М	2,301	41,021	16,013	15,499	0,064	1,229	7843,064	12,454	0,008	6,141	0,013	1,693
	М _Н	2,304	40,253	16,013	14,050	0,031	1,334	447,873	11,320	0,021	6,142	0,012	1,877
	М _{ВР}	2,304	40,260	16,013	14,075	0,033	1,338	448,738	12,002	0,021	6,143	0,012	1,877

Ставка платы, руб/т*	Масса, т	Взвешенные вещества	Кальций	Магний	Сульфаты	Нитрит-ион	Нитрат-ион	Сухой остаток	Железо	Нефте-продукты	Хлориды	Фосфаты	БПК ₅
		П ₁	П ₂	П ₃	П ₄	П ₅	П ₆	П ₇	П ₈	П ₉	П ₁₀	П ₁₁	П ₁₂
		1055,4	3,5	16,1	6,5	8034,1	16,1	0,5	6426,9	15888,6	2,6	3973,6	262,4
Вар. 5	М	2,238	41,059	14,821	12,920	0,034	1,271	883,035	9,596	0,041	7,220	0,019	1,713
	М _Н	1,453	38,913	13,469	14,551	0,028	1,041	441,799	10,211	0,041	6,531	0,017	1,851
	М _{ВР}	1,473	38,955	15,479	15,551	0,051	1,350	605,152	10,211	0,048	8,911	0,018	1,855
Вар. 6	М	2,313	40,021	16,047	18,959	0,015	1,334	671,035	11,213	0,027	5,621	0,014	1,693
	М _Н	1,540	41,231	16,047	19,327	0,018	1,739	759,128	10,093	0,034	8,240	0,017	1,873
	М _{ВР}	1,550	41,231	16,151	19,327	0,021	1,739	810,021	10,153	0,052	8,245	0,017	1,873
Вар. 7	М	2,439	42,021	16,993	17,034	0,053	3,331	463,035	11,629	0,028	6,131	0,017	1,945
	М _Н	1,140	31,779	12,849	16,221	0,017	2,457	453,133	13,234	0,026	7,151	0,014	1,877
	М _{ВР}	1,150	31,859	13,900	21,057	0,041	2,457	453,133	15,737	0,027	7,152	0,015	2,213
Вар. 8	М	2,053	40,026	16,570	14,590	0,022	1,433	993,264	10,048	0,035	5,549	0,020	1,694
	М _Н	1,879	36,354	12,748	13,930	0,016	1,139	561,738	9,034	0,027	5,513	0,017	1,944
	М _{ВР}	1,879	37,354	12,748	14,459	0,019	1,140	714,629	9,034	0,029	8,931	0,031	1,944
Вар. 9	М	2,320	38,044	16,940	16,423	0,024	1,433	831,023	8,639	0,051	7,420	0,019	1,954
	М _Н	1,541	36,797	12,754	20,044	0,021	1,054	731,044	8,343	0,072	6,251	0,017	1,873
	М _{ВР}	1,641	37,797	21,930	20,044	0,028	1,672	745,044	8,543	0,075	6,281	0,018	1,920
Вар. 10	М	2,063	39,024	16,467	17,096	0,024	1,456	995,058	10,589	0,023	8,350	0,024	1,694
	М _Н	1,930	44,093	12,748	16,452	0,019	2,151	552,566	8,939	0,026	7,489	0,021	2,314
	М _{ВР}	1,980	44,093	15,648	19,574	0,023	2,151	814,629	8,993	0,026	8,920	0,022	2,314

Пример расчета платы за сброс загрязняющих веществ в поверхностные и подземные воды (данные из табл. 17):

1) для взвешенных веществ:

$$\begin{aligned}
 П_1 &= 1,490 \text{ т} \cdot 1055,4 \frac{\text{руб}}{\text{т}} + 25 \cdot (1,490 - 1,490) \text{ т} \cdot 1055,4 \frac{\text{руб}}{\text{т}} + 100 \cdot (2,221 - 1,490) \text{ т} \cdot \\
 &\cdot 1055,4 \frac{\text{руб}}{\text{т}} = 1572,55 \text{ руб} + 0 + 77149,74 \text{ руб} = 78722,29 \text{ руб};
 \end{aligned}$$

2) для кальция:

$$\begin{aligned}
 П_2 &= 33,797 \text{ т} \cdot 3,5 \frac{\text{руб}}{\text{т}} + 25 \cdot (35,707 - 33,797) \text{ т} \cdot 3,5 \frac{\text{руб}}{\text{т}} + 100 \cdot (40,038 - 35,707) \text{ т} \cdot \\
 &\cdot 3,5 \frac{\text{руб}}{\text{т}} = 118,29 \text{ руб} + 167,13 \text{ руб} + 1515,85 \text{ руб} = 1801,27 \text{ руб};
 \end{aligned}$$

3) для магния:

$$\Pi_3 = 12,748 \text{ т} \cdot 16,1 \frac{\text{руб}}{\text{т}} + 25 \cdot (12,748 - 12,748) \text{ т} \cdot 16,1 \frac{\text{руб}}{\text{т}} + 100 \cdot (15,993 - 12,748) \text{ т} \cdot 16,1 \frac{\text{руб}}{\text{т}} = 205,23 \text{ руб} + 0 + 5224,45 \text{ руб} = 5429,68 \text{ руб};$$

4) для сульфатов:

$$\Pi_4 = 15,570 \text{ т} \cdot 6,5 \frac{\text{руб}}{\text{т}} = 101,21 \text{ руб};$$

5) для нитрит-иона:

$$\Pi_5 = 0,016 \text{ т} \cdot 8034,1 \frac{\text{руб}}{\text{т}} + 25 \cdot (0,019 - 0,016) \text{ т} \cdot 8034,1 \frac{\text{руб}}{\text{т}} = 128,55 \text{ руб} + 602,56 \text{ руб} = 731,11 \text{ руб};$$

6) для нитрат-иона:

$$\Pi_6 = 1,039 \text{ т} \cdot 16,1 \frac{\text{руб}}{\text{т}} + 25 \cdot (1,433 - 1,039) \text{ т} \cdot 16,1 \frac{\text{руб}}{\text{т}} = 16,73 \text{ руб} + 158,59 \text{ руб} = 175,32 \text{ руб};$$

7) для сухого остатка:

$$\Pi_7 = 552,556 \text{ т} \cdot 0,54 \frac{\text{руб}}{\text{т}} + 25 \cdot (714,629 - 552,566) \text{ т} \cdot 0,54 \frac{\text{руб}}{\text{т}} + 100 \cdot (994,035 - 714,629) \text{ т} \cdot 0,54 \frac{\text{руб}}{\text{т}} = 298,38 \text{ руб} + 2187,85 \text{ руб} + 15087,92 \text{ руб} = 17574,15 \text{ руб};$$

8) для железа:

$$\Pi_8 = 8,393 \text{ т} \cdot 6426,9 \frac{\text{руб}}{\text{т}} + 25 \cdot (8,393 - 8,393) \text{ т} \cdot 6426,9 \frac{\text{руб}}{\text{т}} + 100 \cdot (10,589 - 8,393) \text{ т} \cdot 6426,9 \frac{\text{руб}}{\text{т}} = 53940,97 \text{ руб} + 0 + 1411347,24 \text{ руб} = 1465288,21 \text{ руб};$$

9) для нефтепродуктов:

$$\Pi_9 = 0,026 \text{ т} \cdot 15888,6 \frac{\text{руб}}{\text{т}} + 25 \cdot (0,029 - 0,026) \text{ т} \cdot 15888,6 \frac{\text{руб}}{\text{т}} + 100 \cdot (0,033 - 0,029) \text{ т} \cdot 15888,6 \frac{\text{руб}}{\text{т}} = 413,11 \text{ руб} + 1191,65 \text{ руб} + 6355,46 \text{ руб} = 7960,20 \text{ руб};$$

10) для хлоридов:

$$\Pi_{10} = 5,514 \text{ т} \cdot 2,6 \frac{\text{руб}}{\text{т}} + 25 \cdot (5,649 - 5,514) \text{ т} \cdot 2,6 \frac{\text{руб}}{\text{т}} = 14,34 \text{ руб} + 8,78 \text{ руб} = 23,12 \text{ руб};$$

11) для фосфатов:

$$\Pi_{11} = 0,017 \text{ т} \cdot 3973,6 \frac{\text{руб}}{\text{т}} + 25 \cdot (0,017 - 0,017) \text{ т} \cdot 3973,6 \frac{\text{руб}}{\text{т}} + 100 \cdot (0,020 - 0,017) \text{ т} \cdot 3973,6 \frac{\text{руб}}{\text{т}} = 67,55 \text{ руб} + 0 + 1192,08 \text{ руб} = 1259,63 \text{ руб};$$

12) для БПК₅ (биологическая потребность кислорода):

$$\Pi_{12} = 1,693 \text{ т} \cdot 262,4 \frac{\text{руб}}{\text{т}} = 444,24 \text{ руб};$$

$$\Pi_{\text{общ}} = \Pi_1 + \Pi_2 + \Pi_3 + \Pi_4 + \Pi_5 + \Pi_6 + \Pi_7 + \Pi_8 + \Pi_9 + \Pi_{10} + \Pi_{11} + \Pi_{12} = 1579510,43 \text{ руб}.$$

Вопросы для самостоятельного изучения

1. Дайте определения: экологическая экспертиза, оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС).
2. Перечислите основные принципы экологической экспертизы.
3. Дайте определения: экологический аудит, экологическое страхование, экологическое лицензирование.
4. Назовите основные виды экономического стимулирования природоохранной деятельности предприятий.

ЧАСТЬ 3. ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОРСКОЙ СРЕДЫ С СУДОВ

В результате изучения дисциплины «Экология» у курсантов должны быть сформированы общепрофессиональные и профессиональные компетенции, предусмотренные Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования (ФГОС ВО), а также стандарт компетентности, регламентируемый Международной конвенцией «Подготовка и дипломирование моряков и несение вахты, 1978 г., с поправками» (ПДНВ).

Международная конвенция ПДНВ (в английской аббревиатуре STCW, International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping by the Seafarers) – международный документ, устанавливающий стандартные уровни подготовки моряков, порядок и условия выдачи им рабочих дипломов и несения ими вахты во время работы на судах. Выполнение требований этой конвенции является обязательным на борту судов, в офисах судоходных и судовладельческих компаний, в морских учебных заведениях и тренажерных центрах подготовки плавсостава.

Конвенция ПДНВ была принята в 1978 г., но в ее положения в 2010 г. были внесены поправки (Манильские поправки), имеющие цель – повышение компетентности моряков, сформулированы минимальные требования к компетентности плавсостава на трех уровнях ответственности: управления (management), эксплуатации (operation) и вспомогательного (service) [22].

.1 Стандарт компетентности означает уровень профессиональных навыков, который должен быть достигнут для надлежащего выполнения функций на судне в соответствии с согласованными в международном плане критериями, и который включает предписанные

стандарты или уровни знания, понимания и продемонстрированных навыков;

.2 Уровень управления означает уровень ответственности, связанный с:

.2.1 работой в должности капитана, старшего помощника, старшего механика или второго механика на морском судне, и

.2.2 обеспечением надлежащего выполнения всех функций в рамках установленной сферы ответственности;

.3 Уровень эксплуатации означает уровень ответственности, связанный с:

.3.1 работой в должности вахтенного помощника капитана, вахтенного механика, вахтенного механика судов с периодически не обслуживаемыми машинными помещениями или радиооператора на морском судне, и

.3.2 поддержанием непосредственного контроля за выполнением всех функций в рамках установленной сферы ответственности в соответствии с надлежащими процедурами и под руководством лица, работающего на уровне управления в этой сфере ответственности;

.4 Вспомогательный уровень означает уровень ответственности, связанный с выполнением установленных задач, обязанностей или несением ответственности на морском судне под руководством лица, работающего на уровне эксплуатации или управления.

Подготовка морских специалистов осуществляется по следующим образовательным программам, удовлетворяющим указанным требованиям и рекомендациям:

– **26.05.05 «Судовождение»** в соответствии с Правилom А-II/1 Международной конвенции ПДНВ и Стандартом компетентности Таблицы А-II/1 Кодекса ПДНВ «Обязательные минимальные требования для дипломирования вахтенных помощников капитана судов валовой вместимостью 500 и более», а также рекомендаций Модельных курсов ИМО 1.38 “Marinet environmental awareness” и 7.03 “Officer in Charge of navigation watch” по подготовке судоводителей.

– **26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»** в соответствии с Правилom А-III/1 Конвенции ПДНВ и Стандартом компетентности Таблицы А-III/1 Кодекса ПДНВ «Обязательные минимальные требования для дипломирования вахтенных механиков судов с традиционно обслуживаемым или периодически безвахтенно обслуживаемым машинным отделением», а также рекомендаций Модельных курсов ИМО 1.38 “Marinet environmental awareness” и 7.04 “Officer in Charge of an Engineering Watch” по подготовке судомехаников.

– 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики» в соответствии с Правилем А-III/6 Конвенции ПДНВ и Стандартом компетентности Таблицы А-III/6 Кодекса ПДНВ «Обязательные минимальные требования для дипломирования электромехаников», с учетом рекомендаций Модельных курсов ИМО 1.38 “Marinet environmental awareness” и 7.08 “Electro-Technical Officer” по подготовке электромехаников.

Тема 9. Сфера компетентности в области защиты морской среды

9.1. Компетентность в соответствии с требованиями ПДНВ

Необходимо различать понятия *компетенции* и *компетентность*.

Компетенции – знания и умения в определенной сфере человеческой деятельности; **компетентность** – качественное использование компетенций; **профессиональная компетентность** – готовность и способность специалиста принимать эффективные решения при осуществлении профессиональной деятельности.

Компетентность – доказанная (продемонстрированная) способность использовать знания, навыки и личные, социальные и/или методологические способности в профессиональной или исследовательской деятельности, а также в своем профессиональном и личностном развитии.

Функция – означает группу задач, обязанностей и ответственности, указанных в Кодексе ПДНВ, необходимых для эксплуатации судна, обеспечения охраны человеческой жизни на море или защиты морской среды.

В соответствии с требованиями Международной конвенции «Подготовка и дипломирование моряков и несение вахты, 1978 г., с поправками» (ПДНВ) и Кодекса ПДНВ у курсантов в результате освоения курса «Экология» должна быть сформирована профессиональная компетентность **«Обеспечение выполнения требований по предотвращению загрязнения»**.

Каждый курсант должен продемонстрировать компетентность, позволяющую ему принять на себя на уровне эксплуатации: обязанности и ответственность, перечисленные в *колонке 1*; минимальные знание, понимание и профессиональные навыки, перечисленные в *колонке 2*; представить доказательство того, что он достиг требуемого стандарта компетентности, в соответствии с методами демонстрации компетентности и критериями оценки компетентности, приведенными в *колонках 3 и 4* соответствующих таблиц Кодекса ПДНВ.

9.2. Стандарт компетентности для курсантов специальности 26.05.05 «Судовождение»

Стандарт компетентности, согласно Кодекса ПДНВ, Раздела А-П/1 «Обязательные минимальные требования для дипломирования вахтенных помощников капитана судов валовой вместимостью 500 или более», таблицы А-П/1 «*Спецификация минимального стандарта компетентности для вахтенных помощников капитана судов валовой вместимостью 500 или более*» Кодекса ПДНВ (табл. 18) [22, с. 123].

Таблица 18

Компетентность в области предотвращения загрязнения морской среды с судов для курсантов специальности 26.05.05 «Судовождение»

Функция «Управление операциями судна и забота о людях на судне на уровне эксплуатации» [22]

Колонка 1	Колонка 2	Колонка 3	Колонка 4
Сфера компетентности	Знание, понимание и профессиональные навыки	Методы демонстрации компетентности	Критерии для оценки компетентности
Обеспечение выполнения требований по предотвращению загрязнения	<p>Предотвращение загрязнения морской среды и меры по борьбе с загрязнением.</p> <p>Знание мер предосторожности, которые необходимо принимать для предотвращения загрязнения морской среды.</p> <p>Меры по борьбе с загрязнением и все связанное с этим оборудование.</p> <p>Важность предупредительных мер по защите морской среды.</p>	<p>Экзамен и оценка результатов подготовки, полученной в одной или нескольких из следующих форм:</p> <p>.1 одобренный опыт работы</p> <p>.2 одобренный опыт подготовки на учебном судне</p> <p>.3 одобренная подготовка</p>	<p>Процедуры наблюдения за судовыми операциями и обеспечения выполнения требований Конвенции МАРПОЛ полностью соблюдаются.</p> <p>Действия направлены на обеспечение поддержания положительной репутации в плане отношения к окружающей среде.</p>

9.3. Стандарт компетентности для курсантов специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

Стандарт компетентности, согласно Кодекса ПДНВ, Раздела А-III/1 «Обязательные минимальные требования для дипломирования вахтенных механиков судов с обслуживаемым или периодически не обслуживаемым машинным отделением», таблицы А-III/1 «Спецификация минимального стандарта компетентности для вахтенных механиков судов с обслуживаемым или периодически не обслуживаемым машинным отделением» Кодекса ПДНВ (табл. 19) [22, с. 170].

Таблица 19

Компетентность в области предотвращения загрязнения морской среды с судов для курсантов специальности 26.05.06 «Эксплуатация судовых энергетических установок»

Функция «Управление операциями судна и забота о людях на судне на уровне эксплуатации» [22]

Колонка 1	Колонка 2	Колонка 3	Колонка 4
Сфера компетентности	Знание, понимание и профессиональные навыки	Методы демонстрации компетентности	Критерии для оценки компетентности
Обеспечение выполнения требований по предотвращению загрязнения	<p>Предотвращение загрязнения морской среды.</p> <p>Знание мер предосторожности, которые необходимо принимать для предотвращения загрязнения морской среды.</p> <p>Меры по борьбе с загрязнением и все связанное с этим оборудование.</p> <p>Важность предупредительных мер по защите морской среды.</p>	<p>Экзамен и оценка результатов подготовки, полученной в одной или нескольких из следующих форм:</p> <p>.1 одобренный опыт работы</p> <p>.2 одобренный опыт подготовки на учебном судне</p> <p>.3 одобренная подготовка</p>	<p>Процедуры наблюдения за судовыми операциями и обеспечения выполнения требований Конвенции МАРПОЛ полностью соблюдаются.</p> <p>Действия направлены на обеспечение поддержания положительной репутации в плане отношения к окружающей среде.</p>

9.4. Стандарт компетентности для курсантов специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

Стандарт компетентности, согласно Кодекса ПДНВ, Раздела А-III/6 «Обязательные минимальные требования для дипломирования электромехаников», таблицы А-III/6 «Спецификация минимальных стандартов компетентности для электромехаников» Кодекса ПДНВ (табл. 20) [22, с. 197].

Таблица 20

Компетентность в области предотвращения загрязнения морской среды с судов для курсантов специальности 26.05.07 «Эксплуатация судового электрооборудования и средств автоматики»

Функция «Управление операциями судна и забота о людях на судне на уровне эксплуатации» [22]

Колонка 1	Колонка 2	Колонка 3	Колонка 4
Сфера компетентности	Знание, понимание и профессиональные навыки	Методы демонстрации компетентности	Критерии для оценки компетентности
Обеспечение выполнения требований по предотвращению загрязнения	<p>Предотвращение загрязнения морской среды.</p> <p>Знание мер предосторожности, которые необходимо принимать для предотвращения загрязнения морской среды.</p> <p>Меры по борьбе с загрязнением и все связанное с этим оборудование.</p> <p>Важность предупредительных мер по защите морской среды.</p>	<p>Экзамен и оценка результатов подготовки, полученной в одной или нескольких из следующих форм:</p> <p>.1 одобренный опыт работы</p> <p>.2 одобренный опыт подготовки на учебном судне</p> <p>.3 одобренная подготовка</p>	<p>Процедуры наблюдения за судовыми операциями и обеспечения выполнения требований Конвенции МАРПОЛ полностью соблюдаются.</p>

9.5. Стандарт компетентности для курсантов специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования»

Стандарт компетентности, согласно Раздела А-IV/2 «Обязательные минимальные требования для дипломирования радиооператоров ГМССБ», таблицы А-IV/2 «Спецификация минимальных требований к компетентности операторов ГМССБ» Кодекса ПДНВ (табл. 21) [22, с. 206].

Таблица 21

Компетентность для курсантов специальности 25.05.03 «Техническая эксплуатация транспортного радиооборудования»

Функция: Радиосвязь на уровне эксплуатации [22]

Колонка 1	Колонка 2	Колонка 3	Колонка 4
Сфера компетентности	Знание, понимание и профессиональные навыки	Методы демонстрации компетентности	Критерии для оценки компетентности
Обеспечение радиосвязи при авариях	Предупредительные меры по обеспечению безопасности судна и персонала в связи с опасностями, возникающими при использовании радиооборудования, включая электрические опасности и опасности неионизирующего излучения	Экзамен и оценка результатов практической демонстрации эксплуатационных процедур с использованием: .1 одобренного оборудования .2 тренажера по радиосвязи ГМССБ, где это применимо .3 лабораторного оборудования радиосвязи	Действия по реагированию выполняются эффективно

Курсанты должны знать требования Конвенции МАРПОЛ-73/78 по предотвращению загрязнения морской среды с судов, а также последствия воздействия энергетического загрязнения (электромагнитного, шумового, вибраций, ультразвука и пр.) на окружающую среду и здоровье человека; требования профессиональной ответственности по обеспечению экологической безопасности обслуживания транспортного радиооборудования; уметь оценивать опасные и вредные факторы производственной деятельности.

9.6. Компетентности для курсантов направления подготовки 16.03.03 «Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения», профиля «Холодильные установки и системы климатехники транспортных средств (судовые холодильные установки)», с учетом требований Международной конвенции МАРПОЛ-73/78.

Курсанты должны усвоить основные этапы формирования международного морского экологического права, продемонстрировать знание международных, региональных и национальных морских конвенций в области защиты морской среды, Международной конвенции МАРПОЛ-73/78 – главного документа по международному морскому экологическому праву [16; 17].

Контрольные вопросы

1. Как расшифровывается аббревиатура ПДНВ?
2. В каком году вступила в силу Конвенция ПДНВ?
3. Как называются поправки к Конвенции ПДНВ, принятые в 2010 г.?
4. Как расшифровывается первая буква S в STCW-Convention?
5. Сколько уровней ответственности предусматриваются в стандартах компетентности в Кодексе ПДНВ?
6. Чем отличается компетенция от компетентности?
7. Сформулируйте стандарт компетентности, который необходимо будет продемонстрировать в результате изучения курса «Экология».
8. На каком уровне ответственности обеспечивается выполнение требуемого стандарта компетентности?
9. Что означает «Функция» в Кодексе ПДНВ?
10. Сформулируйте «Функцию» в соответствии с вашей специальностью.

Тема 10. Международная конвенция Марпол-73/78

I. Цель работы: изучить основные требования Международной Конвенции МАРПОЛ-73/78 (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships, MARPOL) по предотвращению загрязнения морской среды с судов. Знать необходимое оборудование судов для предотвращения загрязнения морской среды и атмосферы. Меры по обеспечению экологической безопасности.

II. Описание работы

10.1. Проблемы загрязнения морской среды [7; 14]

«Под загрязнением морской среды понимается привнесение человеком, прямо и косвенно, веществ или энергии в морскую среду, которое приводит или может привести к таким пагубным последствиям, как вред живым ресурсам и жизни в море, опасность для здоровья человека, создание помех для деятельности на море, снижения качества используемой воды и ухудшения условий отдыха» (Конвенция ООН по морскому праву 1982 года, пункт 4, ст. 1).

Загрязняющие (вредные) вещества могут попадать в водную среду как при эксплуатационных сбросах (сливы, утечки, удаление, выделение, откачки, протекание), образующихся при различных производственных и ремонтных работах на судах, а также при эксплуатации энергетической установки судна и иного судового оборудования, так и при аварийных ситуациях (разливы, аварийные сбросы и т. п.).

Наиболее эффективным способом борьбы с загрязнением водной среды с судов является исключение каких-либо эксплуатационных и аварийных сбросов с них отходов и вредных веществ. Это можно обеспечить исключением аварийных ситуаций с судами и организацией сдачи всех отходов с судов в соответствующие приемники при заходах в порты, где эти отходы перерабатываются и утилизируются без ущерба окружающей среде. В связи с этим, в последнее время в практику судоходства вводится такое понятие как *автономность плавания* по условиям экологической безопасности – длительность эксплуатации судна без необходимости подхода к приемным устройствам для сдачи сточных вод, нефтесодержащих вод, мусора и других отходов.

К основным загрязнителям, поступающим в водную среду с судов, можно отнести:

- нефть и нефтесодержащие смеси;
- льяльные воды;

- перевозимые вредные вещества, которые могут попасть в воду при аварийных ситуациях на море или при мойке и зачистке трюмов;
- сточные воды с судов;
- хозяйственно-бытовые воды с судов;
- балластные воды с судов;
- мусор;
- противообрастающие покрытия корпуса, которые являются ядовитыми для морских организмов и отравляют воду;
- вредные газовые выбросы в атмосферу в виде выхлопных газов судовых двигательных установок, различных озоноразрушающих и токсичных газов.

Количество судовых отходов зависит от дедвейта и типа судна, его возраста, качества обслуживания и количества экипажа. По среднестатистическим оценкам количество отходов сепарации судового топлива составляет 1,5-2,0 % ежедневного расхода топлива при работе на тяжелом топливе и около 0,5 % при работе на средневязком топливе. Количество льяльных вод, образующихся при эксплуатации морского судна оценивается в 1-10 м³ в день, а для судов каботажного плавания 0,3-1,0 м³ в день. На танкерах для перевозки сырой нефти, не имеющих танков изолированного балласта, может образовываться до 25 % дедвейта грязного балласта за рейс. Количество сточных вод оценивается равным 100 литрам на человека в день, а бытового мусора, включая пищевые отходы, 1,5-3,5 кг на человека в день. При обработке и перевалке груза также возникает мусор, который оценивается для судов с генеральными грузами – 1 тонна на 200 тонн груза, для контейнеровозов – 1 тонна на 25 000 тонн груза, при перевозке навалочных грузов – 1 тонна на 10 000 тонн груза. Доля эксплуатационного мусора (промасленная и грязная ветошь, старая краска, отложения с двигателя и т. п.) составляет до 15-20 кг в день.

Загрязнение атмосферы с судов происходит за счет выбросов из судовых энергетических установок окислов серы, азота и углерода, а также выбросов озоноразрушающих веществ и выбросов вредных веществ из установок для сжигания мусора на судах, называемых инсинераторами. При этом выбросы серы с условного судна в рейсе на ходу можно оценить равным 1,5 тонны в сутки, а окислов азота 2-5 тонн в сутки.

Особую опасность для окружающей среды представляют аварийные сбросы загрязнителей, которые могут быть вызваны неправильным обслуживанием оборудования, разрывами шлангов или трубопроводов, аварией или гибелью судов, как правило, они имеют зал-

повый характер и вызывают обширное негативное воздействие на природную среду.


К сожалению, в настоящее время полное исключение судовых выбросов в море и атмосферу нереально, но максимальное их уменьшение возможно. С этой целью международным сообществом, в рамках ИМО, приняты и постоянно дополняются международные конвенции по вопросам предотвращения загрязнения морской среды и атмосферы с судов.

10.2. Нормативно-правовое обеспечение экологической безопасности судоходства

Основные международные, региональные и национальные требования по предотвращению загрязнения с судов изложены в ряде международных конвенций.

Международные конвенции

1. Конвенция ООН по морскому праву 1982 г.
2. Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов (МАРПОЛ-73/78).
3. Международный кодекс морской перевозки опасных грузов (МК МПОГ) 1985 г.
4. Международная конвенция о гражданской ответственности за ущерб от загрязнения нефтью 1969 г., измененная протоколом 1992 г.
5. Международная конвенция о создании международного фонда для возмещения ущерба от загрязнения нефтью 1971 г., измененная протоколом 1992 г.
6. Конвенция по предотвращению загрязнения моря сбросами отходов и других материалов 1972 г., с поправками 1978 г. и протоколом 1996 г.
7. Международная конвенция относительно вмешательства в открытом море в случае аварий, приводящих к загрязнению нефтью 1969 г.
8. Международная конвенция по обеспечению готовности на случай загрязнения нефтью, борьбе с ним и сотрудничеству 1990 г.
9. Международная конвенция об ответственности и компенсации за ущерб, связанный с перевозкой опасных и вредных веществ морем 1996 г.
10. Международная конвенция о гражданской ответственности за ущерб от загрязнения бункерным топливом 2001 г.
11. Международный кодекс по управлению безопасной эксплуатацией судов и предотвращению загрязнения (МКУБ).



12. Международная конвенция о контроле за вредными проти-
вообрастающими системами на судах 2001 г.

13. Международная конвенция о контроле судовых балластных
вод и осадков судов и управлении ими 2004 г.

14. Международный кодекс для судов, эксплуатируемых в по-
лярных водах (Полярный кодекс) 2017 г.

Региональные соглашения

15. Конвенция по защите морской среды района Балтийского
моря (ХЕЛКОМ-92).

16. Боннское соглашение о сотрудничестве по предотвращению
загрязнения вод Северного моря 1969 г.

17. Барселонская конвенция по защите от загрязнения Среди-
земного моря 1976 г.

18. Бухарестская конвенция по защите от загрязнения Черного
моря 1992 г.

19. Парижская конвенция по охране среды Северо-Восточной
Атлантики 1992 г.

20. Декларация о сотрудничестве в Баренцевом Евро-
Арктическом регионе 1993 г.

21. Декларация о защите окружающей среды Арктики, 1991 г.

22. Договор об Антарктике 1959 г. и Протокол об охране окру-
жающей среды к договору об Антарктике от 4 октября 1991 г.

23. Требования ЕС к судоходству в европейских водах оформ-
ленные в виде пакета предписаний и директив «Erika III», приняты
Парламентом Евросоюза 11.03.2009.

24. Парижский меморандум о взаимопонимании по контролю
судов государствами порта (Европейский регион).

Национальные требования Российской Федерации

25. Закон РФ «Об охране окружающей среды» 2002 г.

26. Закон РФ «О континентальном шельфе РФ» 1995 г.

27. Закон РФ «Об исключительной экономической зоне РФ»
1998 г.

28. Закон РФ «О внутренних морских водах, территориальном
море и прилегающей зоне РФ» 1998 г.

29. Закон РФ «Об охране атмосферного воздуха» 1999 г.

30. Водный кодекс РФ 2006 г.

31. Кодекс торгового мореплавания 1999 г.

32. Закон РФ «О внесении изменений в отдельные законода-
тельные акты Российской Федерации в части государственного регу-
лирования торгового мореплавания в акватории Северного морского
пути» 2012 г.

33. Закон РФ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» 2009 г.

34. Кодекс внутреннего водного транспорта РФ 2001 г.

35. Постановления Правительства РФ.

36. Руководства и инструкции Российского морского регистра судоходства (РМРС).

37. Наставления и Правила Российского речного регистра судоходства (РРРС).

В настоящее время главным международным соглашением, определяющим предотвращение загрязнения окружающей среды судами, является Международная Конвенция по предотвращению загрязнения моря с судов от 1973 г., измененная и дополненная Протоколом от 1978 г., официально именуемая **МАРПОЛ-73/78**, вступившая в действие 2 октября 1983 года.

В этой конвенции предусмотрены меры по сокращению и предотвращению загрязнения окружающей среды вредными веществами, которые перевозятся на судах или образуются в процессе их эксплуатации. Текст конвенции содержит инструкции, направленные на предотвращение и уменьшение загрязнения окружающей среды с судов, изложенный в виде трех Протоколов шести Приложений к основному тексту конвенции:

Приложение I. «Правила предотвращения загрязнения нефтью» (вступило в силу с 02.10.1983 г.).

Приложение II. «Правила предотвращения загрязнения вредными жидкими веществами, перевозимыми наливом» (вступило в силу с 06.04.1987 г.). Пересмотренная редакция Приложения II вступила в силу 01.01.2007 г.

Приложение III. «Правила предотвращения загрязнения вредными веществами, перевозимыми морем в упаковке» (вступило в силу с 01.07.1992 г.). Пересмотренная редакция Приложения III вступила в силу 01.01.2014 г.

Приложение IV. «Правила предотвращения загрязнения сточными водами с судов» (вступило в силу с 27.09.2003 г. по отношению к новым судам, а ко всем судам с 27.09.2008 г.).

Приложение V. «Правила предотвращения загрязнения мусором с судов» (введено в действие 31.12.1988 г.). Пересмотренная редакция Приложения V вступила в силу 01.01.2013 г.

Приложение VI. «Правила предотвращения загрязнения атмосферы с судов» (вступило в силу с 19.05.2005 г. по отношению к но-

вым судам, а ко всем судам с 19.05.2008 г.). В новой редакции Правило VI содержит также Правила энергоэффективности для судов, вступившие в силу с 01.01.2013 г.

10.3. Нефть и нефтесодержащие смеси [7; 14] (Приложение I)

Термин «нефть» в руководящих документах по экологической безопасности применяется в отношении жидкой смеси углеводородов, добытой на нефтепромыслах, так называемая сырая нефть, а также полученного из нее жидкого топлива, нефтяных продуктов и нефтяных остатков. Термин «нефтесодержащие смеси» означает водные или иные смеси с любым содержанием нефти. Поэтому к данному виду загрязняющих море веществ относятся любые водные смеси, содержащие как сырую, не переработанную нефть, так и водные смеси любых нефтепродуктов: различных видов топлива и масел, полученных путем переработки нефти. При эксплуатации судна нефтесодержащие смеси образуются в виде:

- балластных вод, при их закачке в грузовые танки;
- льяльных вод, скапливающихся из-за протечек топлива и масел под льялами машинного отделения;
- как результат сепарации нефтепродуктов, при эксплуатации судовой энергетической установки;
- как результат зачистки трюмов или танков после перевозки нефтепродуктов;
- при нарушении технологии бункеровочных или грузовых операций с нефтепродуктами, которые приводят к разливам нефтепродуктов на судне или прилегающей акватории.

Нефть и нефтесодержащие смеси считаются наиболее распространенным и пагубным загрязнителем моря и прибрежной береговой черты. Стекающаяся по водной поверхности нефть и растворяющиеся в воде ее ядовитые компоненты приводят к массовой гибели морских организмов, вследствие их обволакивания, удушения и контактного отравления, приводят к снижению иммунитета оставшихся в живых морских организмов, делают их непригодными к употреблению в пищу из-за устойчивого запаха нефти и повышенного содержания ядовитых веществ в их тканях. Осаждаясь на дне, нефть нарушает и придонную экологическую систему, а выбрасываемая на побережье, приводит к загрязнению береговой черты.

Особенно пагубны последствия нефтяного загрязнения при аварийных разливах нефти, когда в водную среду попадает огромное ко-

личество нефти и нефтепродуктов. Аварийные разливы нефти происходят при столкновениях и посадках на мель, пожарах и взрывах с повреждением корпуса судов, при затоплении судов, выполнении бункеровочных операций, погрузке-разгрузке танкеров. Даже при безаварийной эксплуатации судна неизбежно накопление нефтесодержащих смесей в виде отходов сепарации топлива и масла, льяльных вод, скапливающихся под сланью машинного отделения. Балластные воды и промывочные воды из грузовых танков также содержат нефтесодержащие примеси.

Наиболее эффективной мерой по предотвращению загрязнения нефтью является выполнение конструктивных требований, направленных на уменьшение образования нефтесодержащих смесей при эксплуатации судна. Конвенция МАРПОЛ-73/78 требует оснащения новых танкеров танками изолированного балласта и системами мойки грузовых танков сырой нефтью и не допускает балластировку топливных танков на новых судах валовой вместимостью 4 000 и более. Если же исключительные обстоятельства заставляют принимать балласт в топливные танки, то он должен сохраняться на борту до сдачи его в порту или же сбрасываться через систему очистки и контроля с соблюдением всех требований по сбросу с судов нефтесодержащих смесей.

Для исключения аварийных разливов нефти при столкновении судов с танкерами или при касании танкерами грунта, повлекшими повреждение корпуса, все современные танкера строят с двойным корпусом, т. е. грузовые танки окружены балластными цистернами.

В особых районах (районы морей: Балтийского, Северного, Черного, Средиземного, Красного, район «Заливов», Аденский залив, Аравийское море, воды Северо-Западной Европы, южные воды Южной Африки), наиболее уязвимых в экологическом отношении, вообще запрещена эксплуатация однокорпусных танкеров, старой постройки (Приложение 5).

Конвенция МАРПОЛ-73/78 устанавливает строгие требования по предотвращению загрязнения моря нефтесодержащими смесями. Все суда, валовой вместимостью 400 и более и любой нефтяной танкер должны быть оборудованы сборной цистермой нефтесодержащих вод с системой перекачки и сдачи нефтесодержащих вод. В состав такой системы входят стандартные сливные соединения на обоих бортах судна, обеспечивающие подключение сливного трубопровода к береговым приемным устройствам или к специальному судно-сборщику в любом порту.

Если емкость сборной цистерны не обеспечивает необходимой автономности плавания по условиям экологической безопасности, то любое судно водоизмещением от 400 до 10 000 дополнительно должно быть оснащено также фильтрующим оборудованием (специальные фильтры и сепараторы, которые обеспечивают снижение концентрации нефти в нефтесодержащих водах из сборной цистерны до нормативных значений перед их сбросом в водную среду).

Любое судно валовой вместимостью 10 000 тонн и более в обязательном порядке оснащается оборудованием для фильтрации нефтесодержащих вод с устройством, обеспечивающим автоматическое прекращение любого сброса нефтесодержащих смесей с концентрацией, превышающей установленное пороговое значение.

Для морских районов МАРПОЛ-73/78 устанавливает предельное содержание нефти в стоке, осуществляемом с борта судна, не более 15 частей нефти на миллион частей воды (15 млн⁻¹).

Судовая система сброса очищенных нефтесодержащих вод должна иметь сигнализатор – прибор, сигнализирующий о превышении нормативного содержания в сбросе нефти, а также система оборудуется устройством, обеспечивающим автоматическое прекращение сброса, если содержание нефти в сбрасываемых водах превышает 15 млн⁻¹. Подобная автоматическая система называется – система автоматического замера, регистрации и управления сбросом нефти (САЗРИУС).

САЗРИУС оснащается любое судно, валовой вместимостью от 400 до 10 000, которое перевозит водный балласт в танках нефтяного топлива, и любое судно валовой вместимостью более 10 000. САЗРИУС обязательно включается в работу при каждом сливе за борт любой нефтесодержащей смеси, при ее работе производится автоматическая запись на ленте самописца текущей интенсивности сброса нефти, которая не должна превышать 30 литров на милю пути.

Для сбора остатков после фильтрации или сепарации нефтесодержащих вод на судне должна быть предусмотрена цистерна сбора нефтяных остатков, которая является составной частью системы сброса очищенных нефтесодержащих вод. Сброс нефтяных остатков в море не производится, они сдаются в береговые или плавучие приемные сооружения по их переработке.

Сброс очищенных нефтесодержащих вод с судна разрешен только при движении судна, когда содержание нефти в стоке (до попадания в водную среду) не превышает 15 млн⁻¹, при этом судно находится за пределами особого района, а мгновенная интенсивность

сброса нефти не превышает 30 литров на милю пути. Особыми районами объявляются отдельные акватории с уникальной экосистемой или районы, особо уязвимые от загрязнения (Приложение 5).

Для судов, не являющихся танкерами, валовой вместительностью менее 400 разрешается сброс в море нефтесодержащих смесей и в особых районах, но только, если содержание нефти в стоке не превышает 15 млн^{-1} . А в районе Антарктики запрещен любой сброс нефти и нефтесодержащей смеси с любого судна. Однако в Конвенции МАРПОЛ-73/78 оговорено, что данные правила по сбросу в море нефти и нефтеводяной смеси не действуют, если сброс производится в целях спасения человеческой жизни на море или обеспечения безопасности любого судна. Или при повреждении судна или его оборудования сброса нефтесодержащих вод, при условии, что после повреждения судна или оборудования были приняты все разумные меры по устранению или сведению к минимуму такого сброса, исключая случаи, когда собственники или капитан действовали либо с намерением вызвать повреждение судна, либо самонадеянно и сознавая, что это может привести к повреждению.

Во внутренних водах Российской Федерации, в акваториях портов России, а также в районах, имеющих рыбохозяйственное значение, в районах санитарной охраны, слив с судна за борт любых нефтесодержащих смесей, а также чистого водяного балласта – запрещен. Все образующиеся на судах нефтесодержащие смеси, а также чистый балласт следует сдавать на приемные сооружения. При отсутствии в порту приемных сооружений, нефтесодержащие смеси и чистый водный балласт – необходимо сохранять на борту судна до его входа из указанных районов.

В соответствии с требованиями Конвенции МАРПОЛ-73/78 на каждом нефтяном танкере валовой вместимостью 150 и более и на каждом судне валовой вместимостью 400 и более, не являющемся танкером, должен вестись *«Журнал нефтяных операций»* (ЖНО), часть I – «Операции в машинных помещениях», в котором регистрируются все операции машинного отделения:

- (А) прием балласта в танки нефтяного топлива или очистка этих танков;
- (В) сброс грязного балласта или промывочной воды из топливных танков, указанных в разделе (А);
- (С) сбор, перекачка и удаление с судна нефтесодержащих остатков (шлама);
- (Д) неавтоматическое начало сброса за борт, перекачки или

иного способа удаления льяльных вод, накопившихся в машинных помещениях;

– (Е) автоматическое начало сброса за борт, перекачки или удаления иным образом льяльных вод, накопившихся в машинных помещениях;

– (F) состояние нефтефильтрующего оборудования;

– (G) аварийные и другие исключительные сбросы нефти;

– (H) бункеровка топлива или наливного смазочного масла;

– (I) другие эксплуатационные операции и общие замечания.

На каждом нефтяном танкере валовой вместимостью 150 и более кроме ЖНО, часть I, ведется ЖНО, часть II – «Балластно-грузовые операции», где регистрируются следующие операции:

– (A) погрузка нефтяного груза;

– (B) перекачка нефтяного груза в пределах судна во время рейса;

– (C) выгрузка нефтяного груза;

– (D) мойка сырой нефтью;

– (E) прием балласта в грузовые танки;

– (F) прием балласта в выделенные для чистого балласта танки;

– (G) очистка грузовых танков;

– (H) сброс грязного балласта;

– (I) сброс воды из отстойных танков в море;

– (J) удаление остатков и нефтесодержащих смесей, не подвергнутых каким-либо операциям;

– (K) сброс чистого балласта, содержащегося в грузовых танках;

– (L) сброс балласта из выделенных для чистого балласта танков;

– (M) состояние системы автоматического замера, регистрации и управления сбросом (САЗРИУС);

– (N) аварийные и другие исключительные сбросы нефти;

– (O) другие эксплуатационные операции;

– (P) прием водяного балласта;

– (Q) изменение размещения водяного балласта на судне;

– (R) сброс водяного балласта в приемное сооружение;

– закрытие всех надлежащих клапанов или аналогичных устройств после проведения сброса из отстойных танков;

– закрытие клапанов, отделяющих выделенные для чистого балласта танки от грузовых и зачистных трубопроводов, после проведения сброса из отстойных танков.

Каждая операция с нефтью и нефтесодержащими смесями фиксируется в данных журналах и подписывается лицом, ответственным за ее выполнение. В журналах часть I и часть II фиксируются все от-

казы оборудования для фильтрации нефти. Каждая заполненная страница ЖНО должна быть подписана капитаном судна. При полном заполнении ЖНО хранится на судне в течение 3 лет, после внесения последней записи, а по истечении этого срока сдается капитану порта приписки судна.

При сдаче нефтесодержащих вод в порту, помимо записи в ЖНО, следует взять расписку или свидетельство у оператора приемного сооружения. В них должно быть указано количество сданных смывок, грязного балласта, нефтеостатков или нефтесодержащих смесей с указанием даты и времени перекачки. Эти расписки или свидетельства прилагаются к ЖНО и хранятся вместе с ними.

В соответствии с требованиями Международного кодекса по управлению безопасной эксплуатацией судов и предотвращению загрязнения – МКУБ и Системы управления безопасностью судов на внутреннем водном транспорте РФ; ст. 34.1 Кодекса внутреннего водного транспорта (КВВТ РФ), на судах при подготовке и проведении операций с нефтепродуктами (бункеровке, погрузке-выгрузке, сбросе, перемещении нефтяного груза в пределах судна, дегазации, балластировке и откачке балласта) должны вестись **проверочные листы** (чек листы), в которых прописываются все необходимые операции, обеспечивающие безопасность и технологическую дисциплину их проведения, учитывая специфику данного судна. При подготовке, проведении и окончании данных операций в проверочном листе отмечаются все фактически проведенные процедуры и действия. Заполненный проверочный лист подписывается ответственным лицом и хранится совместно с ЖНО. Он является документальным доказательством полноты принятых экипажем мер по предупреждению загрязнения моря.

Конвенция МАРПОЛ-73/78 требует, чтобы все суда, совершающие международные рейсы имели **Международное свидетельство о предотвращении загрязнения нефтью**. Данное свидетельство выдается уполномоченным классификационным органом после соответствующего освидетельствования судна по представлению судовладельца. В Российской Федерации таким уполномоченным классификационным органом является Морской регистр РФ. Данное свидетельство подлежит обязательной проверке при инспекциях судов государством порта в соответствии с Резолюцией ИМО А. 1052(27) – «Процедуры контроля судов государством порта». Для судов внутреннего плавания вводится подобное «Свидетельство предотвращения загрязнения нефтью», которое выдается Речным регистром РФ, оно еже-

годно подтверждается при инспекциях Администрациями бассейновых управлений на ВВП.

Конвенция МАРПОЛ-73/78 требует, чтобы каждый нефтяной танкер валовой вместимостью 150 и более и каждое иное судно валовой вместимостью 400 и более имели на борту «*Судовой план чрезвычайных мер по борьбе с загрязнением нефтью*». Данный план заранее разрабатывается, учитывая специфику конкретного судна. Целью плана является оказание помощи экипажу, для организации незамедлительных действий по остановке или уменьшению непредвиденного сброса с судна нефти и нефтесодержащих смесей, а также по ликвидации последствий такого сброса. План должен содержать указания первоочередных действий при эксплуатационных разливах, возникающих в результате утечки нефти из трубопроводов, переполнения танков, течи корпуса судна. А также указания при разливах в результате аварий: при посадке на мель, судовых пожарах (взрывах), столкновениях, связанных с повреждениями корпуса, чрезмерных кренах, аварии системы предотвращения сброса, ситуации, когда судно тонет, разрушения судна на мели, выброса опасных паров.

10.4. Вредные жидкие вещества, перевозимые наливом (Приложение II) [7; 14]

Вредным веществом называется любое вещество, которое при попадании в море способно создавать опасность для здоровья людей, причинить вред живым ресурсам, морской фауне и флоре, нарушить природную привлекательность моря в качестве места отдыха или помешать другим видам правомерного использования моря, включает любое вещество, попадающее под действие Конвенции МАРПОЛ-3/78. Правила по предупреждению загрязнения моря жидкими вредными веществами, перевозимыми наливом, изложены в Приложении II Конвенции МАРПОЛ-73/78.

Вредные жидкие вещества, согласно Правила 6 новой редакции Приложения II, подразделяются на четыре категории:

– **категория X** – вредные вещества, которые при попадании в воду, представляют для морских ресурсов, либо для здоровья человека большую опасность или причиняют привлекательности моря и морскому побережью большой вред и оправдывают полное запрещение сброса в морскую среду;

– **категория Y** – вредные вещества, которые при попадании в воду представляют для морских ресурсов, либо для здоровья человека

опасность или наносят ущерб привлекательности моря и морскому побережью или другим видам правомерного использования моря и оправдывают ограничение качества и количества сброса в морскую среду;

– **категория Z** – вредные вещества, которые при попадании в воду; представляют для морских ресурсов, либо для здоровья человека небольшую опасность или причиняют привлекательности моря и морскому побережью небольшой вред, в силу чего оправдывают менее строгие ограничения по качеству и количеству сброса в морскую среду;

– **другие вещества** (ДВ или OS – other substances, англ.) – вещества, которые не входят в категории X, Y, Z и соответственно не рассматриваются в настоящее время при попадании в воду в качестве веществ, причиняющих вред здоровью человека, морским ресурсам и привлекательности моря в качестве места отдыха или другим видам правомерного использования моря. Сброс таких веществ с судов не попадает под требование Приложения II Конвенции МАРПОЛ-73/78.

Перечень веществ категорий X, Y, Z и ДВ (OS) приводится в главе 18 Международного кодекса по химовозам (МКХ). В тексте Приложения II Конвенции МАРПОЛ-73/78, в Дополнении I, приводится «Руководство по классификации вредных жидких веществ» на основе оценки их свойств токсичности и воздействия на морскую флору и фауну. При приёмке груза вредных жидких веществ на судно, необходимо убедиться в наличии в грузовых документах информации об отнесении принимаемого груза к соответствующей категории. Перевозка веществ, которые не были классифицированы относительно принадлежности к категории X, Y, Z или ДВ (OS), либо балластных вод, промывочных вод или иных смесей, содержащих такие остатки, запрещается Конвенцией МАРПОЛ-73/78, наряду со сбросом таких веществ в море (Приложение 5) .

Перевозка жидких вредных веществ наливом осуществляется на специализированных судах: танкерах-химовозах, танкерах-газовозах или на нефтяных танкерах при условии, что вредные вещества перевозятся в отдельных грузовых танках, не смешиваясь с нефтепродуктами. Перечень жидких вредных веществ, разрешенных к перевозке на специализированных судах наливом, указан в Международном кодексе по химовозам.

Причинами загрязнения моря вредными жидкими веществами являются: аварийные сбросы груза (при столкновениях, посадке на мель, пожарах, воздействии погоды, спасении человеческой жизни); эксплуатационные сбросы остатков вредных жидких веществ, таких как:

– удаление в море балластных и промывочных вод из грузовых танков, в которых перевозились вредные жидкие вещества;

– удаление льяльных вод, накапливающихся в помещениях, где установлены механизмы и устройства для перегрузки вредных жидких веществ.

Аварийный сброс вредных жидких веществ допускается Конвенцией МАРПОЛ-73/78 в случаях:

– спасения человеческой жизни на море или обеспечения безопасности любого судна;

– повреждения судна или его оборудования, при условии, что после повреждения или обнаружения сброса были предприняты все разумные меры по устранению или сведению к минимуму такого сброса;

– борьбы с особыми случаями загрязнения моря, с тем, чтобы свести к минимуму ущерб от такого загрязнения.

О произведенном аварийном сбросе вредного вещества или о намерении произвести таковой, капитан судна обязан без промедления сообщить всем судам, находящимся в районе сброса, службе управления движением судов или в ближайший береговой спасательно-координационный центр, а также судовладельцу и страховщику. При этом на судне поднимаются соответствующие сигналы по международному своду сигналов (МСС). Об аварийном сбросе и других случаях слива вредных жидких веществ производится запись в «Судовом журнале» и *«Журнале грузовых операций для судов, перевозящих вредные жидкие вещества наливом»*, ведение которого обязательно для подобных судов в соответствии с требованиями Конвенции МАРПОЛ-73/78.

Основным фактором загрязнения моря вредными жидкими веществами является эксплуатационные сбросы с судов остатков вредных жидких веществ в виде промывочных вод из танков, в которых перевозился груз. Избежать такого сброса практически невозможно, так как число вредных жидких веществ достаточно велико и большинство из них не допускает взаимного смешивания. Поэтому при каждой смене груза на судне необходимо промыть грузовые емкости.

Каждое судно, перевозящее вредные вещества наливом, должно иметь на борту *«Руководство по методам и устройствам сброса вредных жидких веществ»*, для перевозки которых оно предназначено. Капитан судна не должен допускать сбросов остатков вредных веществ и их смесей в море, если не применяются устройства и методы, перечисленные в вышеуказанном *«Руководстве»*.

Приложение II Конвенции МАРПОЛ-73/78 определяет следующие условия сброса с судна вредных жидких веществ или смесей во-

ды с их остатками, если Правилами допускается сброс в море остатков веществ категорий X, Y, или Z, либо балластных вод, промывочных вод или иных смесей, содержащих такие вещества, то сброс может быть произведён только при одновременном выполнении следующих условий (Приложение 5):

1) судно находится в пути, имея скорость не менее 7 узлов, если оно самоходное, или скорость не менее 4 узлов, если оно не самоходное;

2) сброс производится на расстоянии не менее 12 морских миль от ближайшего берега и на глубине не менее 25 метров;

3) сброс производится ниже ватерлинии через подводное сливное отверстие или несколько отверстий, специально предназначенных для слива остатков вредных жидких веществ, при этом интенсивность сброса не должна превышать максимальную, предусмотренную для данной конструкции сливных отверстий.

Вредные жидкие вещества категории X

Запрещается сброс в море веществ категории X или водяного балласта, промывочных вод или иных остатков или смесей, содержащих такие вещества. Если танки, содержащие такие вещества или смеси, подвергаются мойке, то образовавшиеся при этом промывочные воды должны сбрасываться в приемное сооружение до тех пор, пока концентрация веществ, в сбрасываемом в приемное сооружение стоке не будет равной или ниже 0,1 % по весу, а танк не будет опорожнен.

Всякая вода, добавленная после того в танк, может быть сброшена в море при соблюдении одновременно всех следующих условий:

– судно находится в пути, имея скорость не менее 7 узлов (для несамоходных плавсредств – не менее 4 узлов);

– сброс производится ниже ватерлинии с учетом расположения отверстий для приема воды;

– сброс производится на расстоянии от ближайшего берега не менее 12 морских миль на глубинах более 25 метров.

Вредные жидкие вещества категории Y и Z

Сброс с судна остатков вредных веществ категории Y и Z, Конвенцией МАРПОЛ-73/78 разрешён только когда соблюдаются одновременно все следующие условия:

– судно находится в пути, имея скорость не менее 7 узлов (для несамоходных плавсредств - не менее 4 узлов);

– сброс производится ниже ватерлинии через подводное сливное отверстие со скоростью слива, не превышающую максимальную скорость, для которой оно предназначено;

– сброс производится на расстоянии не менее 12 морских миль от ближайшего берега на глубине не менее 25 метров.

В районах Антарктики запрещен любой сброс в море вредных жидких веществ или смесей, содержащих вредные жидкие вещества.

Согласно требованиям Конвенции МАРПОЛ-73/78 каждое судно, совершающее международные рейсы и перевозящие вредные жидкие вещества наливом, должно иметь *Международное свидетельство о предотвращении загрязнения при перевозке вредных жидких веществ наливом*, которое выдается на срок, установленный Администрацией, но не превышающий пяти лет. На судах должны вестись «Журналы грузовых операций». Каждое судно валовой вместимостью 150 и более, которому выдано свидетельство на перевозку вредных жидких веществ наливом, должно иметь на борту судовой план чрезвычайных мер по борьбе с загрязнением моря вредными жидкими веществами, одобренный Администрацией.

10.5. Вредные вещества, перевозимые на судах в упаковке (Приложение III) [7; 14]

Упаковка или тара, используемая для перевозки на судах вредных веществ, должна обеспечивать безопасность их транспортировки в судовых условиях, как для экипажа судна, так и для окружающей среды. Но во время перевозки на судах вредных веществ, случаются повреждения упаковки, вследствие чего возможны утечки, разливы, россыпь их в грузовых помещениях судна и на открытой палубе. При этом возникает необходимость в удалении вредных веществ, их нейтрализации или уничтожения.

Источниками загрязнения моря вредными веществами, перевозимыми в упаковке, являются:

- мусор, продукты сухой зачистки трюмов, где перевозились вредные вещества или произошла их протечка, розлив или россыпь;
- промывочная вода и водные растворы, применяемые на судах для удаления рассыпанного или вытекшего из упаковки груза, представляющего вредное вещество;
- аварийные сбросы.

Конвенция МАРПОЛ-73/78 не дает классификацию вредных веществ, перевозимых в упаковке, по категориям вредности для окружающей среды. Перечень вредных веществ, которые определены как загрязнители моря, приведен в «Международном кодексе морской перевозки опасных грузов» – МК МПОГ. Согласно требованиям данного Кодекса, каждая упаковка, содержащая вредное вещество, должна иметь маркировку с правильным техническим наименованием вредного вещества и отличительный ярлык, указывающими на вред-

ное свойство, содержащегося в ней вещества. Маркировка должна быть нанесена красками, устойчивыми к воздействию морской воды, в течение не менее трех месяцев. В документах, относящихся к перевозке вредных веществ морем, должны использоваться правильные технические наименования каждого вещества и вредное вещество должно обозначаться добавлением слов «ЗАГРЯЗНИТЕЛЬ МОРЯ». Каждое судно, перевозящее вредные вещества в упаковке должно иметь *специальный реестр* или *манифест* с перечислением находящихся на борту вредных веществ.

Капитан судна или старший помощник перед погрузкой вредного вещества на борт судна должен проинструктировать членов экипажа о свойствах данного вещества, степени его вредности для живых ресурсов моря и человека. Погрузка (выгрузка) упакованных вредных веществ в трюмы и грузовые помещения судна должна производиться под непосредственным руководством ответственного лица, специально назначенного для этого капитаном. Размещение вредных веществ в упаковке на судне должно исключать случайное их попадание в море.

Грузовые операции с вредными веществами в порту осуществляются на специально оборудованных перегрузочных площадках, обеспечивающих выполнение специальных требований в процессе погрузо-разгрузочных работ. Все грузовые операции с вредными веществами производятся в присутствии компетентного представителя порта. Эти работы должны производиться по рабочим технологическим картам, разработанным портом в соответствии с характеристиками и свойствами этих веществ.

После окончания грузовых операций трюмы и палубы должны тщательно очищаться от остатков вредных веществ, а при необходимости и дегазироваться. Небольшое количество вредных веществ, которые были рассыпаны или пролиты при погрузке (выгрузке), а также после сухой зачистки трюмов при перевозке навалом, должны быть убраны в отдельную емкость, которая сдается в порту для утилизации собранных вредных веществ. А остатки – смываются в льяла или колодцы с последующей откачкой в сборную цистерну или в другое устройство для предварительного понижения концентрации вредного вещества перед сбросом. Использовать сборную цистерну допускается только для разбавления хорошо растворимых в воде вредных веществ, не реагирующих с материалом из которого изготовлена сборная цистерна и система ее заполнения и откачки.

Каждая выкачка льяльных вод из грузовых трюмов, в которых перевозятся вредные вещества, должна производиться с разрешения

капитана судна, после проведения анализа содержания вредного вещества в подлежащих выкачке льяльных водах. Методика отбора проб и проведения анализа льяльных вод в судовых условиях и необходимое оборудование и препараты должны быть переданы капитану судна в порту погрузки грузоотправителем и за его счет.

Каждая выкачка льяльных вод из грузовых трюмов, где перевозятся вредные вещества, наполнение и освобождение сборной цистерны, при сдаче ее содержимого как в порту, так и при сбросе в море, должны фиксироваться в *«Журнале операций с вредными веществами, не являющимися нефтью, перевозимыми морем в упаковке, грузовых контейнерах, съемных танках, навалом или в автодорожных и железнодорожных цистернах»*, который должен быть на судне, занятом перевозкой вредных веществ.

Насосы, воздушные трубы, отверстия для отбора проб, предназначенные для работы с особо вредными веществами, должны быть снабжены табличкой с соответственными предупредительными знаками и надписями: «Опасно», «Яд» и другими, в соответствии с Правилами МК МПОГ (Приложение 5).

Условия сброса водных смесей данных вредных веществ в море с судов аналогичны условиям сброса вредных жидких веществ.

10.6. Сточные воды (Приложение IV) [7; 14]

Согласно Конвенции МАРПОЛ-73/78 к *сточным водам* относятся:

- стоки и прочие отходы из всех видов туалетов, т. е. фекальные воды;
- стоки из раковин, ванн и шпигатов, находящихся в медицинских помещениях (амбулатории, медицинские блоки или медицинские каюты);
- стоки из помещений, в которых содержатся животные;
- прочие стоки, если они смешаны с перечисленными выше.

Сброс сточных вод с судов в открытом море и особых районах регламентируется Правилами Приложения IV МАРПОЛ-73/78, которое вступило в действие с 1 августа 2005 года. Данные требования являются на сегодняшний день обязательными, их выполнение контролируется при проверке судна представителями государственного портового контроля.

В Конвенции по защите морской среды района Балтийского моря – ХЕЛКОМ-92 в настоящее время записано, что требования по

сбросу сточных вод с судов основаны на требованиях Приложения IV МАРПОЛ-73/78, где район Балтийского моря признан в качестве особого района и сброс прямых сточных вод запрещен, в соответствии с Приложением к Международной конвенции по предотвращению загрязнения с судов (МАРПОЛ-73/78). Новый статус Балтийского моря существенно ограничил сбросы с судов в море необеззараженных сточных вод, и установил сдачу сточных вод в приемные сооружения порта или в море на специальные суда-сборщики с последующей их сдачей в приемные сооружения порта.

Кроме понятия «сточные воды» существует понятие **«хозяйственно-бытовые воды»**. К хозяйственно-бытовым водам относятся:

- стоки от умывальников, душевых, ванн и шпигатов жилых и санитарно-гигиенических помещений;
- стоки из прачечных, за исключением обслуживающих медицинские объекты;
- стоки из моек и оборудования камбуза и других помещений пищеблока.

Правила сброса с судов хозяйственно-бытовых вод, не смешанных со сточными водами, не регламентируются Конвенцией МАРПОЛ-73/78 применительно к районам открытого моря и особым зон, но могут регламентироваться в территориальных водах прибрежных государств соответствующими санитарными правилами и местным законодательством. Например, в Российской Федерации во внутренних и территориальных водах сброс хозяйственно-бытовых вод регламентируется Законом РФ «Об охране окружающей природной среды».

Процесс загрязнения моря сточными водами состоит в том, что они могут содержать высокую концентрацию бактерий, вирусов, паразитов, которые являются возбудителями заразных заболеваний и причиной распространения эпидемий. Кроме того, в сточных водах содержится более 50 % органических веществ в растворенном и взвешенном виде, которые обладают высокой биохимической активностью, вступая в реакцию окисления с кислородом, растворенном в морской воде. Это приводит к уменьшению содержания кислорода в воде, снижению ее возможностей по самоочищению и нарушению экологического равновесия морской среды в целом. Высокое содержание в сточных водах фосфорных и азотных соединений способствует процессу эвтрофикации (см. Тема 5), т. е. бурному цветению и гниению водорослей. Плавающие частицы, содержащиеся в сточных водах, удерживающиеся на поверхности воды, превращаются в серь-

езную проблему с точки зрения использования морских бассейнов для отдыха.

Последствия загрязнения, вызванного сбросом сточных вод, зависит от биохимических условий в рассматриваемом районе. В морях с низкой температурой воды биохимическое разложение органических компонентов в сточных водах идет значительно медленнее, чем при высокой температуре (свыше +20 °С) воды. Болезнетворные бактерии также сохраняются гораздо дольше в холодной воде, чем в теплой, но в теплой воде бактерии могут интенсивнее размножаться, что может привести к увеличению их концентрации.

Учитывая высокую эпидемиологическую опасность сточных вод, Конвенция МАРПОЛ-73/78 требует, чтобы все суда валовой вместимостью более 400 или оборудованные для размещения более 15 человек на борту, имели сборный танк, достаточный для хранения всех сточных вод с учетом эксплуатации судна и числа лиц, находящихся на борту. Данный танк для сбора сточных вод должен иметь отдельный трубопровод, обеспечивающий сдачу сточных вод в приемное устройство в порту или сброс сточных вод в море.

Многие суда оборудуются установками для измельчения и обеззараживания сточных вод. На судах преимущественно используются подобные установки трех типов: *биологические, физико-химические и электрохимические.*

Все операции по сдаче сточных вод и твердых остатков в порту фиксируются в судовом **«Журнале операций со сточными водами»**.

Согласно требованиям Конвенции МАРПОЛ-73/78 каждое судно, совершающее международные рейсы, должно иметь ***Международное свидетельство о предотвращении загрязнения сточными водами***, которое выдается сроком на 5 лет с ежегодным подтверждением. На судах должны вестись «Журналы операций со сточными водами».

Сброс сточных вод с морских судов в соответствии с Правилами МАРПОЛ-73/78 запрещен, кроме случаев, когда:

а) судно постепенно (сброс сточных вод не должен иметь залповый характер) сбрасывает не измельченные и необеззараженные сточные воды только на ходу судна (при скорости не менее 4 узла) на расстоянии более 12 миль от ближайшего берега;

б) судно постепенно (сброс сточных вод не должен иметь залповый характер) сбрасывает измельченные и обеззараженные сточные воды только на ходу судна (при скорости не менее 4 узла) на расстоянии более 4 миль от ближайшего берега (Приложение 5).

Сброс измельченных и обеззараженных сточных вод специальной установкой на судне до установленных норм не ограничивается.

Запрещения, изложенные в Конвенции МАРПОЛ-73/78, по сбросу сточных вод не применяются, если сброс производится в целях обеспечения безопасности судна и находящихся на его борту людей, спасения человеческой жизни на море, а также, если сброс произведен в результате повреждения судна или его оборудования, при условии, что до и после случившегося повреждения были предприняты все разумные меры для предотвращения или сведения к минимуму последствий такого сброса.

Конвенцией по защите морской среды района Балтийского моря – ХЕЛКОМ-92 предусматриваются меры по предотвращению загрязнения не только водного пространства, но и всего водосборного бассейна Балтийского моря, т. е. рассматривает предотвращение загрязнения не только непосредственно вод Балтийского моря, но и морского дна, загрязнения с суши и воздуха.

Действия Конвенции ХЕЛКОМ-92 распространяются также и на внутренние воды прибалтийских государств. Участники Конвенции договорились о полном или частичном запрете на прямое использование (т. е. использование в качестве конечного продукта) следующих вредных веществ или групп веществ:

- ДЦТ (хлорофенилэтан) и его производные ДЦЕ и ДДД, исключение только для использования в качестве лекарственных препаратов;
- ПСВ (ПХВ – полихлорированные бифенилы) и РСТ (ПХТ – поли-хлорированные терфенилы), за исключением их использования в существующих замкнутых системах оборудования до конца срока их службы;
- оловоорганические соединения, применяемые для создания противообрастающих красок;
- ограничено применение пестицидов.

10.7. Мусор [7; 14]

(Приложение V)

Под мусором подразумеваются все виды пищевых, бытовых и эксплуатационных отходов, которые образуются при нормальной эксплуатации судна и которые подлежат периодическому или постоянному удалению с борта судна. Мусор, сбрасываемый в море, в свя-

зи со своей многообразностью оказывает широкое отрицательное воздействие на окружающую среду:

- скапливаясь в прибрежных районах ухудшает санитарно-гигиенические условия использования моря в оздоровительных целях;
- тонущий мусор загрязняет дно и ухудшает условия обитания и воспроизводства биологических ресурсов моря;
- растворимые ингредиенты оказывают токсичное воздействие на живые ресурсы, придают воде и рыбе неприятный привкус и запах;
- крупный плавающий мусор, части полотен рыболовных сетей могут представлять опасность для судов, катеров и могут являться причиной аварий.

Образующийся в процессе эксплуатации судна мусор можно разделить на три основные категории:

- 1) плавающий мусор, загрязняющий акватории портов, пляжи, прибрежные воды, заповедные зоны;
- 2) тонущий мусор, загрязняющий морское дно, в том числе в районах воспроизводства и лова рыбы;
- 3) растворяющийся в морской воде мусор - изменяет природную окраску воды, насыщает ее веществами, требующими на свое окисление много кислорода, придает воде и рыбе неприятный запах и вкус.

Плавающий мусор может быть перенесен ветрами и течениями на очень большие расстояния. Он может быть совершенно безвредным, но иногда, при выбросе на берег может стать источником появления неизвестных ранее вредителей и заболеваний, так как служит удобным переносчиком инфекции и вредителей. Плавающий мусор, как правило, является хорошим абсорбентом нефти, и соприкасаясь с ней в морской воде, увеличивает ее концентрацию. Плавающий мусор и нефть всегда оказываются вместе, на одних и тех же участках акватории, так как их перемещение вызывается одними и теми же причинами: ветровой снос и течение.

Тонущий мусор, оказываясь на морском дне, накапливаясь, приводит к изменению естественных условий обитания морских животных и растений, как правило, такие изменения приводят к исчезновению в данном районе традиционных биоресурсов, нарушению экологии данного района моря.

Некоторые виды мусора могут оказать сильное токсическое воздействие на отдельные виды морской флоры и фауны (остатки химических препаратов для мойки и чистки судового оборудования, производственные отходы из машинно-котельных отделений, остатки красок и растворителей).

При перевозке грузов навалом на судах скапливается достаточное количество остатков груза после разгрузочных работ. При последующей загрузке судна тем же грузом остатки остаются в грузовых помещениях, но при подготовке трюмов к приему нового груза остатки должны удаляться из грузовых помещений. Если загрузка судна происходит в порту выгрузки, зачищенные остатки старого груза сдаются на берег, но если судно загружается в другом порту, как правило, подготовка трюмов к приему нового груза происходит на переходе, а собранные остатки выбрасываются в море. Вещества, перевозимые в качестве груза на судах навалом можно разделить на несколько групп:

- продукты растительного происхождения (отруби, жмыхи, зерновые, сахар, орехи, семена подсолнуха), они быстро окисляются в водной среде с интенсивным потреблением кислорода и разлагаются, а также являются пищей для морских организмов и не вызывают пагубных последствий при умеренном сбросе в воду;

- продукты животного происхождения (костяная и рыбная мука, шерсть), также не вызывают пагубных последствий при умеренном сбросе в воду;

- кокс, уголь, железная руда, концентраты тяжелых металлов, бокситы, песок, стройматериалы – данная группа мусора загрязняет морское дно, изменяя его естественный рельеф и придонную флору;

- лесоматериалы, бумага (щепа, целлюлоза, кругляк, пиломатериалы, картон, мешки), как правило, создают плавающий мусор со всеми вытекающими последствиями;

- удобрения, сера, соли, минералы – могут оказывать токсическое воздействие на воду и морские организмы.

Учитывая вышеизложенные особенности и влияние различных видов мусора на экологию моря, современное судно должно быть оснащено устройствами для обработки и уничтожения мусора на борту, к которым относятся:

- установка для сжигания судовых отходов (*инсинератор*);
- установка для измельчения мусора (*грохот*);
- установка для прессования мусора;
- установка для стерилизации бытового мусора (для исключения возможности переноса заболеваний человека, животных и растений с пищевыми отходами от продуктов из-за границы, а так же материалами, сопутствующими им, например, одноразовая посуда, упаковка продуктов);

- герметичные емкости для хранения пищевых отходов во время рейса, для последующей сдачи их в порту захода.

Сжигание мусора на борту судна разрешено только в специальных установках – инсинераторах, сертифицированных Регистром. Эксплуатация подобных установок должна производиться только в районах, где нет запрета на сжигание мусора на борту судна, а их загрузка должна производиться строго по инструкции, для исключения повышенной дымности отходящих газов.

Если в составе сжигаемого мусора отсутствовал пластик, то зола и шлак, образовавшиеся после сжигания мусора считаются безвредными и сбрасываются за борт за пределами особых районов, в открытом море на удалении более 12 морских миль от ближайшего берега. Но, если в составе сжигаемого мусора были изделия из пластика, то зола и шлак после сжигания отходов вместе с пластиком, сохраняются на борту в сдаются на береговые и плавучие сооружения.

Отсепарированные нефтяные остатки (шлам) и нефтесодержащая ветошь могут сжигаться в инсинераторах или сдаются на берег, о чем делается соответствующая запись в «Журнале нефтяных операций» часть I. В территориальных водах и портах стран – участников Конвенции ХЕЛКОМ-92, а также в открытых районах Балтийского моря, запрещается любое сжигание отходов, образовавшихся на борту судна.

При входе судна в особые районы и районы, где сброс мусора запрещен, командование судна обязано оповестить об этом весь экипаж и дать соответствующее распоряжение о порядке сбора и хранения мусора на борту судна. Пищевые отходы и смешанный с ними мусор должны храниться отдельно в плотно закрытых контейнерах. В зоне их размещения на судне следует регулярно проводить профилактические меры для предупреждения возникновения инфекции, для чего применяется обработка прилегающей территории и самих контейнеров антисептическими веществами и дезодорантами, разрешенными к применению.

Пластиковый мусор собирается в отдельные емкости, затем складывается в специально выделенном помещении в завязанных мешках и сдается по прибытии в порт, предварительно может проводиться его прессование для уменьшения объема. Сброс пластикового мусора с судна запрещен во всех акваториях, включая открытое море, на любом удалении от берега.

Мусор, разрешенный к сбросу в море, также рекомендуется накапливать на борту и сдавать в портах. Если же такой мусор удаляется непосредственно за борт, то предпочтительно это делать после его измельчения и прессования в специальных устройствах. Удаление спрессованного мусора следует производить на глубокой воде (не менее 50 метров).

Запрещен любой сброс мусора со стационарных и плавучих платформ, расположенных на удалении от ближайшего берега менее 12 морских миль, а также со всех судов, ошвартованных у этих платформ или находящихся на удалении менее 500 метров от них. Если удаление платформ от ближайшего берега более 12 морских миль, то с них, ошвартованных у них судов и судов, находящихся на удалении от платформ менее 500 метров, разрешен сброс в море только пищевых отходов, предварительно пропущенных через измельчитель (грохот с отверстиями не более 25 мм).

Сброс мусора с судов в открытом море и особых районах регламентируется Правилами Приложения V МАРПОЛ-73/78, а во внутренних и территориальных водах – национальными правилами и законодательствами прибрежных государств. В Балтийском море сброс мусора определяется Конвенцией ХЕЛКОМ-92.

В Конвенции МАРПОЛ-73/78 условия сброса мусора с судна определяются следующими правилами (Приложение 5):

а) в особых районах: разрешен сброс только пищевых отходов но не ближе 12 морских миль от ближайшего берега, сброс любого другого мусора запрещен.

В Карибском море разрешается сбрасывать только пищевые отходы, но только в измельченном виде и не ближе 3 морских миль от ближайшего берега. В Антарктике запрещен любой сброс мусора.

б) в открытом море:

- запрещен сброс с судов всех видов пластмасс;
- сброс мусора, обладающего плавучестью, разрешен не ближе 25 морских миль до ближайшего берега;
- сброс тонущего мусора, без предварительного его измельчения включая золу из инсинератора (если сжигавшийся мусор не содержал пластмасс), разрешен не ближе 12 морских миль от ближайшего берега;
- сброс не измельченных пищевых отходов разрешен не ближе 12 морских миль от ближайшего берега;
- сброс измельченного мусора, включая пищевые отходы, разрешен не ближе 3 морских миль от ближайшего берега;
- если мусор смешан с другими отходами, удаление и сброс которых попадает под другие требования, то применяются более строгие требования;
- категорически запрещается смешивать пищевые отходы с бытовыми и нефтесодержащими отходами.

Запрещения Конвенции МАРПОЛ-73/78 по сбросу мусора не применяются:

- к удалению мусора с судна в целях обеспечения безопасности судна и находящихся на его борту людей или спасения человеческой жизни на море;

- к удалению мусора в результате повреждения судна или его оборудования при условии, что до и после случившегося повреждения были приняты все разумные предупредительные меры для предотвращения такой потери.

Каждое судно валовой вместимостью более 400 и каждое судно, сертифицированное для перевозки более 15 человек, должно иметь и выполнять *«План управления мусором»*, в котором в письменной форме должны быть отражены:

- процедуры сбора, хранения, обработки и удаления мусора, включая использование оборудования на борту судна;

- ответственное лицо за выполнение плана.

План должен быть написан на рабочем языке команды. На каждом судне длиной более 12 метров должны вывешиваться плакаты для того, чтобы извещать экипажи пассажиров о требованиях по сбору мусора. Плакаты должны быть написаны на официальном языке государства, под флагом которого плавает судно, а для судов, совершающих международные рейсы еще и на английском и французском языках. При входе судна в особые районы и районы, где сброс мусора запрещен, командование судна обязано оповестить об этом весь экипаж и дать соответствующее распоряжение о порядке сбора и хранения мусора на борту судна.

Все случаи удаления мусора с борта судна в порту при сдаче на берег и случаи сброса в море фиксируются в судовом «Журнале операций с мусором». В случае сжигания мусора необходимо записывать дату, время, позицию запуска и остановки мусоросжигателя.

Журнал операций с мусором разделен на 2 части: часть 1 – для всего мусора за исключением грузовых отходов, применительно ко всем судам; часть 2 – для грузовых отходов, применяются для судов перевозящих твердый навалочный груз. Категории мусора разделены на *вредные* и *безвредные* для окружающей среды. С целью внесения записей в Журнал вводятся следующий список категорий мусора:

- (А) пластмассы;
- (В) пищевые отходы;
- (С) бытовые отходы;
- (D) кулинарный жир;

- (E) зола из инсинераторов;
- (F) эксплуатационные отходы;
- (G) туши животных;
- (H) орудия лова;
- (I) электронные отходы;
- (J) остатки груза не вредные для морской среды;
- (K) остатки груза вредные для морской среды.

В пределах внутренних и территориальных вод Российской Федерации запрещен сброс с судов всех видов мусора.

10.8. Вредные выбросы с судов в атмосферу [7; 14; 31] (Приложение VI)

Необходимо признать, что существует проблема загрязнения с судов не только морской, но и воздушной среды.

Основными источниками загрязнения атмосферы с судов являются:

- озоноразрушающие и токсичные вещества;
- газовые выхлопы главных и вспомогательных двигателей;
- сжигание мусора и отходов в инсинераторах;
- летучие пары углеводородов, попадающие в атмосферу при загрузке нефтяных танкеров и танкеров-газовозов.

Поэтому Конвенция МАРПОЛ-73/78 содержит Приложение VI, в котором изложены «Правила предотвращения загрязнения атмосферы с судов» и «Технический кодекс по контролю выбросов окислов азота из судовых двигателей».

Приложение VI Конвенции МАРПОЛ-73/78 вступило в силу 19 мая 2005 года и в настоящее время является обязательным для выполнения на всех судах валовой вместимостью 400 и более, совершающих международные рейсы, а также для стационарных и плавучих буровых и добывающих платформ, установленных за границей территориальных вод прибрежных государств. Для подтверждения соответствия данных судов и платформ требованиям Конвенции МАРПОЛ-73/78 по вопросам предотвращения загрязнения атмосферы выдается *«Международное свидетельство о предупреждении загрязнения воздушной среды»* и *«Международное свидетельство о предупреждении загрязнения атмосферы двигателем»*.

В Правилах Приложения VI выдвинут ряд требований по ограничению выбросов в атмосферу с судов (Приложение 5):

а) **озоноразрушающие вещества:** на судах запрещено использование установок, работающих с использованием озоноразрушаю-

щих веществ. Озоноразрушающие вещества, которые могут быть обнаружены на судне, включают, не ограничиваясь этим: галон 1 211 (бромхлордифлорметан); галон 1 301 (бромтрифторметан); галон 2 402 (1,2-дибром-1,1,2,2-тетрафторэтан, также известен как галон 114B2); ХФУ-11 (трихлорфторметан); ХФУ-12 (дихлордифторметан); ХФУ-113 (1,1,2-трихлор-1,2,2-трифторэтан); ХФУ-114 (1,2-дихлор-1,1,2,2-тетрафторэтан); ХФУ-115 (хлорпентафторэтан).

Эксплуатация на судах установок, в которых используются гидро-хлор-фторуглероды, смонтированных до вступления в силу Приложения VI Конвенции МАРПОЛ-73/78, было разрешено до 1 января 2020 г. После этой даты наступает полное запрещение использования озоноразрушающих веществ на судах;

б) **окислы азота:** требования по ограничениям выбросов окислов азота (NO_x), изложенные в Правиле 13 Приложения VI МАРПОЛ-73/78, относятся к дизелям, мощностью более 130 кВт, установленным на судах после 1 января 2000 г. В соответствии с этими правилами, эксплуатация дизеля запрещается, если выбросы окислов азота, рассчитанные как полный взвешенный выброс NO_x , превышают следующие значения:

- 17 г/(кВт·ч), при $n < 130$ об/мин;
- $45 \cdot n^{-0.2}$ г/(кВт·ч), при $n > 130$ об/мин, но $n < 2\,000$ об/мин;
- 9,8 г/(кВт·ч), при $n > 2\,000$ об/мин,

где n – номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя.

Согласно Правилу 13 действующего Приложения VI к Конвенции МАРПОЛ соответствие дизелей Техническому кодексу по NO_x определяется стандартами – Ярус I, Ярус II и Ярус III (см. Приложение 5);

в) **окислы серы:**

Требования по ограничению выбросов окислов серы (SO_x) увязаны с районами контроля выбросов SO_x и состоят в следующем:

– содержание серы в любом жидком топливе, используемом на судне, не должно превышать 0,5 % по массе с 1 января 2020 г. и после этой даты, а для районов контроля за выбросами SO_x (SECA – SO_x Emission Control Areas) содержание серы не должно превышать 0,1 % по массе с 1 января 2015 г. и после этой даты.

Зонами SECA являются акватории Северного и Балтийского морей, пролива Ла-Манш, а также зоны, прилегающие к Западному и Восточному побережьям Северной Америки (североамериканская 200-мильная зона у побережья США и Канады) и Карибским островам (Пуэрто-Рико и Виргинские острова);

– общий выброс серы с судна (главные и вспомогательные двигатели) не должен превышать $6\text{г}/(\text{кВт}\cdot\text{ч})$, если это не обеспечивается техническими характеристиками дизеля, то на судне должна применяться система очистки выхлопных газов;

– на судах, использующих иные виды жидкого топлива и входящих в какой-либо район контроля выбросов или выходящих из него, должна выполняться операция по изменению состава топлива, предусматривая достаточное время для того, чтобы до входа в район контроля выбросов система подачи жидкого топлива была полностью промыта от всех видов жидкого топлива с содержанием серы, превышающим применимую величину;

– объем низкосернистого жидкого топлива в каждом танке, а также дата, время и местонахождение судна в момент завершения любой операции по изменению состава жидкого топлива до входа в район контроля выбросов или в момент начала такой операции после выхода из этого района регистрируются в судовом журнале;

г) **сжигание мусора и дымовые отходы инсинераторов:** на судах, совершающих международные рейсы, разрешено использовать только инсинераторы, имеющие Свидетельство ИМО об одобрении типа, периодически проводится проверка судового инсинератора на соответствие.

Инсинератор одобренного типа способен утилизировать методом сжигания твердые отходы, состоящие из: 50 % – пищевые отходы, 50 % – мусор или 30 % – бумага, 40 % – картон, 10 % – ветошь, 20 % – пластмассы; жидкие отходы: 75 % – нефтесодержащие осадки, 5 % – отработанные смазочные масла, 20 % – эмульгированная вода.

Если на судне не установлен инсинератор одобренного типа, запрещается сжигание на борту следующих веществ:

– очищенных нефтепродуктов, содержащих галогенные соединения;

– мусора, содержащего тяжелые металлы;

– остатков груза и связанных с ним загрязненных упаковочных материалов, в соответствии с Приложениями I, II, III Конвенции МАРПОЛ-73/78;

– полихлорированных бифенилов (ПХВ), что должно быть отражено в судовом Плане операций с мусором;

д) **ограничение выбросов паров углеводородов с танкеров:**

– для исключения выбросов паров углеводородов с танкеров при их загрузке в порту, танкер должен быть оборудован системой фильтрации воздуха, вытесняемого из грузовых танков при их загрузке,

если танкер не имеет такой системы фильтрации, подобная система должна быть на нефтепогрузочном терминале и подключаться к системе вентиляции грузовых танков обслуживаемого танкера.

Требования Приложения VI по предупреждению загрязнения атмосферы не применяются:

– к любому выбросу, необходимому для обеспечения безопасности судна или охраны человеческой жизни на море;

– к любому выбросу, являющемуся результатом повреждения судна или его оборудования, при условии, что приняты все разумные меры предосторожности после возникновения повреждения или обнаружения выброса с целью предотвращения или сведения к минимуму выброса; к двигателям спасательных шлюпок или к двигателям, используемым в составе аварийного оборудования.

В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации № 83 от 06 февраля 2002 года «О проведении регулярных проверок транспортных и иных подвижных средств на соответствие техническим нормативам выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух» (в ред. Постановлений Правительства РФ от 05.12.2011 г. № 1008) Российскому морскому регистру судоходства, начиная с 01 января 2004 года, поручено осуществлять технический надзор за выбросами вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух с судов, плавающих под флагом Российской Федерации, а именно: с морских судов, судов смешанного (река-море) плавания, морских прогулочных судов пассажировместимостью более 12 человек с главными двигателями мощностью не менее 55 кВт.

Помимо контроля выброса окислов азота (NO_x) будет осуществляться надзор за соблюдением нормативных показателей окислов углерода (CO), углеводородов (CH) в соответствии с согласованными с Регистром ГОСТ Р 51249-99 и ГОСТ Р 51250-99. Техническое наблюдение будет осуществляться в соответствии с «Правилами освидетельствования судовых энергетических установок на соответствие техническим нормативам выбросов вредных веществ в атмосферный воздух».

Чтобы суда могли работать в зонах контроля выбросов, потребуется установка скрубберов (устройств очистки отработанных газов – ООГ), что позволит решить проблему в первое время. На судах, которые должны использовать систему очистки отработавших газов частично или полностью, должен быть одобренный План соответствия выбросов SO_x (ПСВС/ SECP) и Сертификат/Свидетельство соответствия выбросов SO_x ССВС (SECC). Должно быть также разработано Судовое руководство по мониторингу (СРМ для агрегата ООГ, охва-

тывающее каждую часть оборудования для сжигания жидкого топлива, которая должна быть указана, и в отношении которой должно быть продемонстрировано соответствие. Далее мировой флот, видимо, ждет переход на сжиженный природный газ, а в долгосрочной перспективе, скорее всего, будут доступны альтернативные источники энергии.

10.9. Балластные воды [14; 31]

Водяной балласт является незаменимым для безопасной и эффективной эксплуатации современного морского транспорта, обеспечивая остойчивость судов, совершающих плавание порожнем. «Чистый» балласт – забортная вода, принятая в балластные танки судов для обеспечения требуемого дифферента, крена и осадки. Однако, балластные воды могут представлять серьезную угрозу как для природы и экономики, так и для здоровья людей.

По оценкам ИМО, на судах мирового флота ежегодно перемещается в качестве балласта около 12 миллиардов тонн водяного балласта. В таком балласте, в течение нескольких недель могут выжить и сохранить биологическую активность многие виды бактерий, растений и живых организмов. Вместе с судами балластные воды могут перевозиться в районы, где подобных биологических видов нет, но местные условия благоприятны к их интенсивному размножению.

Сброс «чистого» балласта в мелководных предпортовых и портовых водах может нарушить экологическое равновесие из-за появления и интенсивного размножения новых биологических организмов, а если с балластными водами завезены болезнетворные микробы и вирусы, то могут возникнуть и эпидемии. Поэтому сброс балластных вод считается потенциально опасным по мнению не только ИМО, но также и Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ). Озабоченность данной проблемой отражена в Конвенции ООН по Морскому праву 1982 года, статья 196 которой рекомендует «принять меры для предотвращения, сокращения и сохранения под контролем загрязнения морской среды в результате преднамеренного или случайного введения организмов, чуждых или новых для морской среды, которые могут вызвать в ней значительные и вредные изменения».

ИМО предприняла ряд организационных мер по решению данной проблемы. В 1997 году была принята Резолюция ИМО А.868(20) «Руководство по контролю и управлению балластными операциями на судах с целью сведения к минимуму переноса вредных водных организмов и патогенов», а в 2004 году была принята «Международная

конвенция о контроле водного балласта и осадков судов и управлении ими» (англ. BWM-2004), вступила в силу 8 сентября 2017 г.

Конвенция нацелена на внедрение в практику более безопасных и эффективных методов управления водяным балластом, которые позволят предотвратить и свести к минимуму опасность для окружающей среды и здоровья человека, связанную с переносом вредных водных и патогенных организмов, посредством контроля водяного балласта и осадков судов и управления ими, а также избежать нежелательного побочного воздействия этого контроля и поощрять разработки в области науки и технологии по тематике, связанной с обращением с балластными водами.

Конвенция распространяется на все суда, которые имеют право плавания под флагом Стороны, за исключением судов, которые не спроектированы или не построены для перевозки балластных вод, или которые эксплуатируются в водах под юрисдикцией этой Стороны, если не решено иное.

Конвенция регулирует следующие основные группы вопросов:

- предотвращение, сведение к минимуму и окончательное устранение опасности для окружающей среды, здоровья человека, имущества и ресурсов, связанной с переносом вредных водных и патогенных организмов, посредством контроля судовых балластных вод и осадков и управлении ими;
- обязательства государства порта в части освидетельствования судов и выдачи необходимых свидетельств, а также контроля выполнения требований конвенции;
- обязательства государства флага в части обеспечения выполнения требований Конвенции на судах.

Для реализации положений Конвенции в водах, под юрисдикцией Российской Федерации, будут установлены районы замены балластных вод. В российских портах должен быть организован отбор и анализ проб балластных вод, которые будут проводиться по решению портовых властей, без вынужденной задержки судов (статья 9). В портах и на терминалах, где производится очистка или ремонт балластных танков, будут предоставляться достаточные сооружения приема осадков из балластных танков (статья 5).

Российская Федерация имеет право, как сторона Конвенции, предоставлять изъятия (Правило А-4) из правил Конвенции, если судно эксплуатируется исключительно между конкретными портами, такие изъятия предоставляются с учетом Руководства по оценке риска.



Правило D-1. Технологии смены балласта

В качестве наиболее доступных мер рассматриваются технологии по стандарту D-1, предусматривающие смену балласта в специально выделенных зонах методом замещения (последовательный метод), проточным методом (метод вытеснения) или методом разбавления. Метод вытеснения и метод разбавления считаются методами прокачки.

Суда, выполняющие смену балластных вод методом замещения, сначала должны опорожнить балластный танк или другое заполняемое балластом пространство не менее чем на 95 % объема, а затем заполнить их повторно.

При использовании проточного метода обмена водяного балласта необходимо прокачивать балластную воду через балластный танк или другое пространство путем перелива или через другое специальное устройство. При этом объем прокаченной через танк воды должен быть не менее чем в 3 раза больше объема танка.

Суда, использующие метод разбавления, осуществляют подачу воды в балластные танки или другое заполняемое балластом пространство через верхнюю часть танка с одновременной откачкой за борт такого же количества воды из нижней части танка, сохраняя ее постоянный уровень в танке. При этом объем прокаченной воды должен быть не менее чем в 3 раза больше объема танка.

Правило D-2. Стандарт качества балластных вод

1. Суда, осуществляющие управление балластными водами в соответствии с настоящим правилом, сбрасывают менее 10 жизнеспособных организмов на один кубический метр, минимальный размер которых равен 50 микрометрам или более, и менее 10 жизнеспособных организмов на один миллилитр, минимальный размер которых менее 50 микрометров и равен 10 микрометрам или более; при этом сброс индикаторных микробов не превышает установленных концентраций, описанных в пункте 2.

2. Индикаторные микробы, как стандарт здоровья человека, включают:

- .1 токсигенный вибрион холеры (O1 и O139) с менее чем 1 колониеобразующей единицей (кое) на 100 миллилитров или менее 1 кое на 1 грамм (сырого веса) образцов зоопланктона;
- .2 кишечную палочку – менее 250 кое на 100 миллилитров;
- .3 кишечные энтерококки – менее 100 кое на 100 миллилитров.

Правило D-3. Требования к одобрению систем управления балластными водами

1. За исключением установленного в пункте 2, системы управления балластными водами, используемые для соответствия настоящей Конвенции, должны одобряться Администрацией с учетом Руководства, разработанного Организацией.

2. Системы управления балластными водами, в которых используются активные вещества или препараты, содержащие одно или более активных веществ, для соответствия настоящей Конвенции, одобряются Организацией на основе процедуры, разработанной Организацией. Эта процедура должна описывать одобрение активных веществ и отмену такого одобрения, а также предлагаемый способ их применения. В случае отмены одобрения, использование соответствующего активного вещества или веществ – запрещается в течение одного года после даты такой отмены.

3. Системы управления балластными водами, используемые для соответствия настоящей Конвенции, должны быть безопасными с точки зрения судна, его оборудования и экипажа.

Среди технических решений проблемы предотвращения загрязнения морской среды биомассой балластных вод, строгих рекомендаций ИМО пока нет, как нет и требований ИМО к соответствующему оборудованию судов для обеззараживания балластных вод. Однако во многих странах мира ведутся научно-технические исследования по разработке соответствующего оборудования. Среди возможных вариантов рассматривается фильтрация балластных вод, обеззараживание озонированием, ультрафиолетовым облучением, химикатами, использование инертных газов и биоцидов, удаление кислорода и др.

Порядок выполнения работы

В тетради для практики сделать краткий конспект следующих вопросов:

1. Международная конвенция МАРПОЛ-73/78 (определение и основные требования). Источники загрязнения морской среды с судов.
2. Нефть и нефтесодержащие смеси (Приложение I).
3. Вредные жидкие вещества, перевозимые наливом (Приложение II).
4. Вредные вещества, перевозимые в упаковке (Приложение III).
5. Сточные воды (Приложение IV).
6. Мусор (Приложение V).
7. Вредные выбросы с судов в атмосферу (Приложение VI).
8. Балластные воды.

Контрольные вопросы

1. Что понимается под загрязнением морской среды?
2. Перечислите основные конвенции по предотвращению загрязнения моря.
3. Перечислите основные конвенции относительно ответственности за загрязнение моря.
4. Российское законодательство об ответственности за загрязнение водной среды.
5. Расшифруйте: САЗРИУС, МАРПОЛ-73/78, 15 млн⁻¹, 30 л/м. милю, БПК₅ = 50 мг/л, коли-индекс = 2 500 шт/л.
6. Какие зоны являются особыми районами в соответствии с правилами Приложения I Конвенции МАРПОЛ-73/78?
7. Какие зоны являются особыми районами в соответствии с правилами Приложения V Конвенции МАРПОЛ-73/78?
8. Причины образования льяльных вод на судах.
9. В каких случаях допускается преднамеренный сброс с судна нефти или других вредных веществ в море?
10. Какие журналы должны быть на судне в соответствии с Конвенцией МАРПОЛ-73/78?
11. При соблюдении каких условий допускается сброс в море нефтесодержащей смеси в особом районе?
12. Какие суда должны быть снабжены Журналом нефтяных операций, часть 1 и 2? Выполнение каких операций должно фиксироваться в Журнале?
13. Какие вещества называются вредными? Перечислите категории вредных веществ в соответствии с Приложением II Конвенции МАРПОЛ-73/78.
14. Чем отличаются сточные воды судов от хозяйственно-бытовых в соответствии с Приложением IV к Конвенции МАРПОЛ-73/78? При соблюдении каких условий разрешен сброс в море сточных вод?
15. Что называется инсенератором, грохотом на судне?
16. Назовите зоны контроля за выбросами диоксидов серы с судов (SECA).
17. Назовите зоны контроля за выбросами диоксидов азота с судов (NECA).
18. Технологии смены балласта в соответствии с Правилom D1 Международной конвенции о контроле судовых балластных вод и осадков судов и управлении ими (2004).

Тема 11. Технические средства судов по предотвращению загрязнения морской среды и атмосферы

I. Цель работы: изучить необходимое оборудование судов для предотвращения загрязнения морской среды и атмосферы. Меры по обеспечению экологической безопасности.

II. Описание работы

11.1. Оборудование судов для предотвращения загрязнения морской среды нефтью [7; 14]

Нефть в чистом виде не должна при нормальных условиях эксплуатации судна попадать в морскую среду. Однако при эксплуатации любого судна неизбежно образуются нефтесодержащие воды и смеси в виде льяльных и балластных вод (при приеме балласта в свободные от нефти «грязные» грузовые танки), а на нефтяных танкерах нефтяные остатки содержат и промывочные воды из грузовых танков. Объединим их под общим термином – судовые нефтесодержащие воды. При эксплуатации судна необходимо стремиться к сведению до минимума интенсивности накопления нефтесодержащих вод и концентрации в них нефтепродуктов. При этом должны выполняться следующие требования:


1) минимальное поступление забортной воды внутрь корпуса судна через дейдвудные устройства, при неплотном соединении трубопроводов, сальников, арматуры и т. д.;

2) при обнаружении подтекания топлива или масла и невозможности его немедленного устранения, устанавливаются поддоны и другие емкости;

3) слив топлива и масла из действующих или ремонтируемых машин и механизмов или от продувания систем, в которых может находиться топливо и масло, производится в специально предназначенные стационарные или переносные емкости;

4) не допускается переполнение емкостей в машинном отделении, предназначенных для топлива и масла, в том числе емкостей для сбора отстоя и утечек, а на нефтяных танкерах и цистерн для сбора нефтесодержащих остатков груза;

5) трубы, идущие от воронок и поддонов, установленных под оборудованием, пробными и спускными клапанами топливной и масляной систем, должны периодически очищаться, обеспечивая свободный сток нефтепродуктов в сборную цистерну.



Наиболее рациональным решением по предотвращению загрязнения моря нефтью является сбор на судне всех нефтесодержащих вод для последующей сепарации и фильтрации нефтесодержащих отходов, которые впоследствии утилизируются на судне или сдаются в портовые приемные сооружения. А жидкие водосодержащие отходы сепарации, при выполнении условий сброса могут быть удалены за борт.

Согласно требованиям Конвенции МАРПОЛ-73/78 любое судно валовой вместимостью от 400 и более, но менее 10 000 должно быть оснащено нефтеочистным оборудованием, а любое судно валовой вместимостью 10 000 и более должно быть оснащено нефтеочистным оборудованием и устройством сигнализации и автоматического прекращения сброса нефтесодержащей смеси в случае, если содержание нефти в стоке превышает 15 млн^{-1} (*15 частей нефти на миллион частей воды*).

Нефтеочистное оборудование судов разделяется на:

- сепарирующее оборудование;
- фильтрующее оборудование.

Часто нефтеочистное оборудование представляет комбинацию двух этих типов, что обеспечивает наиболее полную очистку нефтесодержащих вод. В первой ступени очистки используется сепарирующее оборудование, а во второй ступени очистки – фильтрующее оборудование.

Принцип действия сепарирующего оборудования основан на разделении частиц нефтепродуктов и сырой нефти с водой, в которой они находятся во взвешенном состоянии, а принцип действия фильтрующего оборудования основан на задержании частиц нефтепродуктов слоем фильтрующего материала.

Если установленное на судне оборудование в силу своих технических характеристик или по причине неисправности не может снизить содержание нефти до допустимого уровня (15 млн^{-1}), то сброс за борт не производится. В этом случае нефтеводяные смеси необходимо собирать в судовые отстойные цистерны с последующей сдачей в портовые приемные сооружения. Поэтому на судне должна быть предусмотрена соответствующая отстойная цистерна.

Помимо сборной цистерны суда должны быть оборудованы сборными танками для сбора нефтесодержащих остатков (шлама), образующегося при:

- сепарации и фильтрации топлива и масла при их подготовке к использованию в судовых механизмах;
- сепарации и фильтрации нефтесодержащих смесей в нефтеочистном оборудовании судна;

- удалении из грузовых танков остатков грязного балласта, льяльных и промывочных вод;
- зачистке льял грузового насосного отделения;
- промывке грузовых и зачистных трубопроводов.

Минимальная вместимость сборных танков на судах, на которых установлено оборудование для утилизации или обработки шлама, должна быть следующей:

- для судов валовой вместимостью от 400 до 4 000 – 1 м³,
- для судов валовой вместимостью от 4 000 и более – 2 м³.


Системы автоматического замера, регистрации и управления сбросом с судна нефтесодержащих вод (САЗРИУС) обеспечивают сигнализацию и автоматическое прекращение любого сброса нефтесодержащей смеси, когда содержание нефти в стоке превышает 15 частей нефти на миллион частей воды. САЗРИУС необходимо включать при каждом сливе за борт любой нефтесодержащей смеси. САЗРИУС обеспечивает автоматическую регистрацию общего количества сброса и содержание нефти в сбрасываемых водах. Эти данные, а также время и район, где был произведен сброс, регистрируются в Журнале нефтяных операций. Ленты с записями самописца САЗРИУС необходимо хранить на судне, считая с момента последней сделанной на них записи, в течение трех лет.

Методы очистки нефтесодержащих вод [7; 14]

Гравитационный метод. Сущность метода заключается в разделении нефти и воды за счет различия их плотности. Механизм разделения эмульсии можно разбить на три стадии: столкновение глобул нефтепродуктов, слияние их в более крупные капли и выделение в виде сплошной фазы.

Подогрев нефтеводяной смеси благоприятно сказывается на разделении эмульсии за счет интенсификации движения капелек нефти и их укрупнения путем слияния, а также возрастания разности плотности воды и нефти. Это связано с тем, что при подогреве плотность воды почти не изменяется, тогда как плотность нефтепродуктов значительно уменьшается. Наиболее оптимальная температура подогрева нефтеводяной смеси лежит в пределах 30-45 °С. Дальнейший подогрев дает малозаметный эффект, но вызывает большие затраты тепловой энергии.

Гравитационный метод эффективен для удаления основной массы нефти из смеси. Но метод длителен (время динамического отстоя составляет 2-3 часа), получить нефтесодержание в стоке менее 100 мг/л не всегда удается, поэтому гравитационный метод применяется в комбинации с другими методами для первичной очистки смеси.



Метод коалесценции. В основе данного метода лежит способность капелек нефти, находящейся в мелкодисперсном состоянии, укрупняться при пропускании нефтеводяной смеси через материалы с малыми проходными сечениями (типа капилляров), которые не смачиваются водой, но хорошо удерживают нефть, т. е. обладают гидрофобными и олеофильными свойствами.

Укрупнение капель нефти на коалесцирующем материале происходит до тех пор, пока подъемная сила капли не будет достаточной для отрыва от поверхности и всплытия. Экспериментально установлено, что оптимальная скорость пропускания нефтеводяной смеси через коалесцирующий материал равна 0,0015-5-0,003 м/с (1,5-3 мм/с). Чем ниже скорость смеси, тем выше эффективность очистки, но снижение скорости вызывает увеличение габаритов коалесцирующих элементов, что для судовых условий неприемлемо.

В качестве коалесцирующих материалов могут использоваться гранулированные (песок, полистирол), эластичные с открытыми порами (полиуретановая губка, поролон) и волокнистые (полипропиленовые волокна) материалы. Последние получили наибольшее распространение. Менее чувствительны к засорению эластичные материалы типа поролона.

Данный метод применяется в качестве вторичного для доочистки нефтеводяных смесей.

Метод коагуляции. Сущность метода заключается в укрупнении капель нефтепродукта с помощью специальных химических материалов – коагулянтов. В качестве таких веществ могут использоваться сернокислый алюминий, серно-кислое железо, гашеная известь, хлористый кальций, смесь серно-кислой закиси железа с гашеной известью и другие.

В результате действия реагентов на нефтеводяную смесь капельки нефти укрупняются и в зависимости от вида применяемого коагулянта либо всплывают, либо опускаются на дно и вместе с хлопьями реагента образуют осадок. Использование в качестве коагулянта гашеной извести в количестве от 0,2 до 0,7 мг на 1 мг нефти позволяет достичь очистки до 10-15 мг/л. При увеличении дозы извести остаточное содержание нефти может быть снижено до 2 мг/л.

Данный метод может использоваться в качестве вторичного, когда основная масса нефти из воды извлечена.

Метод флотации. Сущность метода заключается в извлечении диспергированных в воде частиц нефти, прилипающих к пузырькам воздуха (газа) во время взаимных столкновений.

Эффективность метода флотации обуславливается тем, что капелька нефти, прилипая к поверхности пузырька воздуха, резко увеличивает скорость всплытия (скорость всплытия пузырька воздуха в 900 раз выше скорости всплытия капельки нефти под действием силы тяжести).

Существует несколько способов насыщения воды пузырьками воздуха (газа): подача воздуха во всасывающую трубу насоса (напорная флотация), выделение газов из раствора (электрофлотация), подача и диспергирование воздуха в разреженное пространство, создаваемое крылаткой (импеллерная флотация).

Метод фильтрации. Данный метод основан на способности некоторых материалов свободно пропускать воду и задерживать на своей поверхности нефть. Когда сила сцепления капелек нефти с фильтрующим материалом станет меньше подъемной силы, нефть уносится потоком смеси. С этого времени фильтрующий материал не выполняет своей функции и подлежит либо регенерации (очистке), либо замене.

В судовых установках наибольшее распространение получили методы *гравитационный, коалесценции и фильтрации.*

В настоящее время ведутся экспериментальные работы по очистке судовых нефтесодержащих вод электролитическим и биологическим методами. Электролитический метод основан на использовании явлений, происходящих при электролизе воды, биологический – на способности некоторых микроорганизмов поглощать углеводороды, являющиеся для них пищей.

Судовые нефтеводяные фильтрующие установки должны удовлетворять следующим требованиям:

– независимо от содержания нефти в исходной смеси метод очистки и конструктивное исполнение установки должны обеспечивать нефтесодержание в стоке не более 15 ч/млн. Производительность установки должна обеспечивать обработку льяльных вод на судне за шесть часов в сутки (один час за вахту);

– автоматика слива нефти из сборника должна обеспечивать минимальную обводненность отсепарированных нефтепродуктов (не более 10 %). Прокачивающий насос не должен приводить к дополнительному эмульгированию смеси.

Целесообразна подача нефтесодержащих вод на очистку в вакуумном режиме, что исключает эмульгирование смеси. Трубопроводы и арматура должны исключать дросселирование и дополнительное гидравлическое сопротивление во избежание эмульгирования смеси. Скорость поступления смеси на очистку не должна превышать 3 м/с.

Необходимо предусматривать прокачку сепаратора чистой забортной водой, а также отвод очищенной воды в сборную цистерну для обеспечения возможности испытания сепаратора при предъявлении органам Регистра РФ.

В состав фильтрующей установки должны входить пробоотборные устройства международного образца для взятия проб до и после установки, контрольно-измерительные приборы для контроля за работой установки, сигнализатор нефтесодержания в сбросе с показывающим прибором или без него, устройства для дозированной подачи нефтепродуктов и прохвата воздуха при испытании установки.

Работоспособность фильтрующей установки должна быть обеспечена в условиях качки, крена, дифферента, широкого диапазона влажности и температуры воздуха.

Комплектуемые изделия и оборудование установки должны иметь допуск Регистра РФ, а фильтрующая установка в целом – одобрение надзорных органов на основе стендовых и эксплуатационных испытаний и Свидетельство о типовом одобрении (СОТО), выдаваемое по поручению Администрации страны флага.

11.2. Оборудование судов для предотвращения загрязнения морской среды сточными водами [7; 14]

Судовые сточные воды условно делятся на хозяйственно-фекальные (правила их сброса определены в МАРПОЛ-73/78) и хозяйственно-бытовые (правила их сброса в МАРПОЛ-73/78 не определены, допустимые критерии их сброса в территориальных и внутренних водах определяются национальными нормами).

Для определения степени загрязнения сточных вод обычно используют следующие основные показатели:

– БПК₅ (BOD₅) – биохимическое потребление кислорода в течение 5 суток. Это количество кислорода (мг/л), которое требуется для аэробного разложения органических веществ, содержащихся в воде в течение 5 суток при температуре 20 °С без доступа воздуха и света;

– ХПК (COD) – химическое потребление кислорода. Это количество кислорода (мг/л) которое требуется для полного химического окисления содержащихся в воде органических и минеральных веществ под действием окислителей;

– ТВВ (SS) – твердые взвешенные вещества. Это количество нерастворенных в воде твердых веществ (мг/л);

– Коли индекс – это количество бактерий группы кишечной палочки (коли) в единице объема на 1 литр воды или 1 килограмм суб-

станта (количественный показатель загрязнения воды – более 3 палочек в 1 литре). Наличие этих бактерий является указателем на возможность наличия болезнетворных (патогенных) микроорганизмов в водной среде.


Согласно требованиям МАРПОЛ-73/78 каждое судно, валовой вместимостью 400 и более или имеющее на борту более 15 человек должно иметь судовое оборудование для обработки сточных (хозяйственно-фекальных) вод, включающее – судовые установки для обработки сточных вод, действие которых основано на биохимическом, физико-химическом и электрохимическом принципе действия;

- устройства для обеззараживания сточных вод;
- сборный танк вместимостью, достаточной для хранения всех сточных вод с учетом периода между сдачами содержимого сборного танка в приемное устройство порта или судна-сборщика;
- трубопровод, выведенный на судне к месту, удобному для сброса сточных вод в портовое приемное сооружение и оснащенный стандартным сливным соединением в соответствии с МАРПОЛ-73/78 (Правило 11 Приложения IV).

В подобных судовых системах сточные воды подвергаются предварительной обработке с последующим извлечением из них нерастворимых примесей. Осветленная сточная жидкость обеззараживается и сбрасывается за борт, либо поступает в санузлы как сливная жидкость. Извлеченные примеси либо сжигаются в инсинераторах, либо поступают в накопительные емкости для последующей сдачи в портовые приемные сооружения, либо сбрасываются в разрешенных морских районах.

Принцип действия установок биологического типа основан на использовании специальных микроорганизмов, способствующих и ускоряющих разложение органических компонентов сточных вод, перед сбросом после биологической очистки сточные воды еще и обеззараживаются для исключения в них болезнетворных бактерий и вирусов. Установки биологической очистки работают постоянно, так как повторный запуск их требует длительного времени (до 15 суток), когда колония микроорганизмов разрастется до уровня эффективной очистки. Запускается установка в работу с использованием препарата сухих микроорганизмов или активной среды из другой работающей установки подобного типа.

В установках физико-химического и электрохимического типа используются специальные химические реагенты, которые обеспечивают процесс разложения органики в сточных водах и их обеззаражи-



вание. Такие установки запускаются непосредственно перед входом в район, где сброс необработанных сточных вод запрещен. Основными методами обеззараживания сточных вод в установках физико-химического типа является *хлорирование* и *озонирование*.

Хлорирование – один из наиболее распространенных методов вследствие доступности и низкой себестоимости. Вместе с тем данный метод не безопасен, как для обслуживающего персонала, так и для моря. В высоких концентрациях хлор опасен как для людей, так и для живых ресурсов моря. Поэтому остаточное содержание хлора в сбрасываемых стоках не должно превышать 5 мг/л.

Озонирование – является более прогрессивным и менее опасным методом обеззараживания сточных вод, но более дорогостоящим, чем хлорирование. К тому же озонирование сточных вод позволяет не только их обеззараживать, но и обесцвечивать. Хотя физико-химическое воздействие озона более сильное, чем хлора, вредность воздействия озона на человека и живых организмов моря не отмечается, соответственно при использовании озона не требуется такая тщательная дозировка, как при использовании хлора.

Электролиз. При использовании данного метода на микроорганизмы действует гипохлорит натрия, получаемый из морской воды методом электролиза, а также электрическое и магнитное поля.

На судах также используются установки обеззараживания и очистки сточных вод, использующие перекись водорода, серебрение, ультрафиолетовые лучи. Обеззараживающий эффект использования ультрафиолетовых лучей самый высокий.

Все установки по очистке и обеззараживанию сточных вод оборудованы устройствами, позволяющими выделять из собираемых на судне сточных вод нерастворимые твердые остатки, которые собираются в специальные емкости (цистерну сбора шлама) и сдаются только в порту в специальные приемные пункты и устройства. После сдачи с судна твердых остатков или необеззараженных сточных вод все элементы (трубопровод, шланги, используемые в системе сбора и сдачи сточных вод, а также емкость для сбора твердых остатков) промываются забортной водой, с последующей сдачей их также на береговое приемное устройство или на ошвартованный у борта судна сборщик сточных вод.

Оборудование судов для обработки сточных вод должно быть сертифицировано соответствующим органом, а судно в целом должно пройти проверку на соответствие требованиям Конвенции МАРПОЛ-73/78 и иметь Международное свидетельство о предотвращении загрязнения

сточными водами – Свидетельство TSPP. Все операции по запуску и остановке установок по обработке и обеззараживанию сточных вод, по их сбросам в водную среду или сдаче на судовые или портовые приемные сооружения должны отражаться в судовом «Журнале по операциям со сточными водами».

11.3. Оборудование судов для предотвращения загрязнения морской среды мусором [7; 14]

Образующийся на судне мусор подразделяется на следующие категории:

- пищевые отходы (остатки пищи, пришедшие в негодность пищевые продукты, тара и упаковка пищевых продуктов);
- бытовой мусор (результат повседневного санитарно-гигиенического ухода за жилыми и служебными помещениями);
- отходы перевалки грузов (остатки навалочных грузов, остатки упаковки генеральных грузов, не оборотный крепежный материал);
- остатки сепарации льяльных, балластных и сточных вод;
- мусор, образовавшийся в результате технического обслуживания и ремонта механизмов и устройств, (отходы изоляции, ржавчина, накипь, использованная ветошь, пришедшие в негодность детали, остатки различных материалов).

Сбор и хранение до переработки мусора на судне или сдачи его на берег необходимо производить отдельно для различных видов мусора: пластмассы; пищевые отходы; бытовые отходы (макулатура, ветошь, стекло, металл и т. п.); кулинарный жир (храниться в отдельной емкости машинного отделения); зола из инсинераторов; эксплуатационные отходы; туши животных; орудия лова; электронные отходы; остатки груза не вредные для морской среды; остатки груза вредные для морской среды (см. раздел 10.7, Тема 10).

Хранение всех видов мусора на борту судна должно быть обеспечено в соответственно маркированных герметичных контейнерах. Категорически запрещается смешивать пищевые отходы и нефтесодержащие отходы с другими видами мусора.

В настоящее время используются следующие технологии переработки мусора на судне:

- сепарация твердых отходов на различные фракции с последующим их измельчением или брикетированием;
- измельчение мусора с последующим сбросом в разрешенном районе;
- прессование мусора с последующим сбросом в разрешенном районе (для тонущего мусора) или его сжигание в инсинераторах;

- термическое сжигание в инсинераторах;
- биотермическая переработка мусора.

Все оборудование для предотвращения загрязнения морской среды мусором должно удовлетворять требованиям МАРПОЛ-73/78, испытано в соответствии с резолюциями ИМО, иметь одобрение соответствующего квалификационного органа.

Одним из методов предотвращения загрязнения моря мусором с судов считается способ *сбора* его и *хранения* на судах с последующей сдачей на береговые или плавучие сооружения.

Для сбора и хранения мусора на судне должны иметься различные съемные или стационарные контейнеры, ящики, урны, резервуары, мешки. Наличие таких емкостей может дополняться наличием оборудования для обработки мусора: для спрессовки, размельчения и брикетирования, температурной обработки и обеззараживания.


Хранение мусора на борту судна в металлических бочках и других открытых негерметичных емкостях нежелательно с точки зрения санитарно-гигиенических требований, особенно в части пищевого мусора, поэтому переносные контейнеры должны быть одобреного типа с герметическими закрытиями и креплениями к палубе.

В случаях, когда накапливаемый в мусоросборниках мусор подлежит сдаче на приемные сооружения, а число мусоросборников ограничено, его далее можно хранить в стандартных полиэтиленовых мешках. Преимущество таких накопительных устройств заключается в том, что их можно располагать в специально выделенных помещениях.

Одноразовое использование полиэтиленовых мешков исключает необходимость промывки и дезинфекции их после опорожнения. Верхняя загружаемая кромка мешков имеет надежный замок, что обеспечивает по мере накопления мусора возможность герметично закрывать емкость. Затем закрытые мешки сносятся в специально отведенное для этого место и по мере накопления или при заходе в порт, сдаются на береговые или плавучие сооружения.

При хранении мусора в мешках в специально выделенных помещениях должны быть обеспечены меры санитарно-гигиенической и противопожарной безопасности. Меры такой безопасности и помещения должны быть определены специальными распоряжениями судовой администрации и согласованы с надзорными органами.

Сбор мусора во встроенные в корпус судна контейнеры практически применяется редко, так как требует периодической промывки, очистки, дезинфекции и дезодорации самой емкости и занимают полезное место на судне.



Переработка судового мусора


Наиболее универсальным и рациональным является метод огневой обработки отходов в мусоросжигательных установках (инсинераторах) непосредственно на судне. При этом могут быть уничтожены промасленная ветошь, густые нефтеостатки, образующиеся при очистке танков, сепарации топлива, синтетические отходы.

Преимущество этого метода состоит в том, что возможно одновременно, без разделения на виды, уничтожать любой мусор; исключается транспортировка и сдача его на берег. Сброс золы, получаемой при сжигании мусора, может производиться во всех зонах моря (за пределами 12 миль от ближайшего берега, за исключением тех случаев, когда в установке сжигались изделия из пластика).

Наиболее оптимальной технологией переработки мусора в судовых условиях, включая шлам нефтесодержащих вод и сточных вод, является его термическое сжигание в специальных печах (***инсинераторах***). В процессе термического сжигания мусора в рабочей печи инсинератора обеспечивается температура от 800 °С до 1 500 °С. Данный способ позволяет перерабатывать практически все виды мусора, значительно уменьшая его массу и объем. Остатки сжигания (золу и шлак), представляющие собой обеззараженный мусор, как правило, пакетируют и сдают в порту для дальнейшего использования или сбрасываются за борт в разрешенных районах. Жидкие отходы сжигаются в топках циклонного типа или путем их непосредственного впрыска в топочный объем инсинератора.

На судах используются инсинераторы различных типов. Одни из них предназначены для сжигания только твердых отходов, другие для сжигания только жидких отходов. Есть и комбинированные печи, позволяющие одновременно сжигать как твердые, так и жидкие остатки, а также шламы сточных вод из отстойных танков. Сжигание происходит без выделения в атмосферу дыма, вредных газов или запахов, все они улавливаются или поглощаются специальными сменными фильтрами, которыми оборудованы судовые инсинераторы. Запрещено сжигание в судовых инсинераторах пластикового мусора, а также сброс его за борт судна во всех районах Мирового океана. В отдельных районах запрещено сжигание на борту судна, даже в одобренных инсинераторах, любого мусора, например, во всей акватории Балтийского моря.

Судовые установки для измельчения мусора (***грохоты***) предназначены для дробления и измельчения различных промышленных и бытовых отходов на частицы размером не более 20 x 50 мм. При этом



удаляются остатки жидкости, а измельченный мусор прессуют и брикетируют, что позволяет уменьшить объем мусора в 5 раз от первоначального. Стеклоянная тара измельчается и пакетируется отдельно от других видов мусора, никогда не сбрасывается, а сдается на переработку в порту. Сухой мусор в виде фиброкартона, бумаги, тонкостенных металлических емкостей может подвергаться прессованию в специальных пневматических установках.

Для экономичного и безопасного хранения на борту пищевых остатков и медицинских отходов могут использоваться устройства рефрижераторного типа для прессования и упаковки мусора. В них пищевые и медицинские отходы прессуются, упаковываются в пластиковые метки объемом 0,125 м³ и охлаждаются для последующего хранения в камерах с низкой температурой.

11.4. Оборудование судов для предотвращения загрязнения атмосферы [7; 14; 31]

Загрязнение атмосферы с судов происходит в результате выбросов отработанных газов судовых энергетических установок, выбросов при работе вспомогательных и утилизационных котлов и инсинераторов. Также значительная доля загрязнения атмосферы с судов связана с транспортировкой нефти и нефтепродуктов водным транспортом, при перегрузке нефтепродуктов в атмосферу попадают летучие органические соединения (ЛОС), содержащие большое число ядовитых веществ.

Представляют опасность и выбросы фреонов, используемые в судовых системах пожаротушения, кондиционирования воздуха, провизионных рефрижераторных кладовых и контейнерах. Данные вещества, попадая в атмосферу во время технического обслуживания и ремонта подобных систем, способствуют разрушению озонового слоя атмосферы.

Одна из основных экологических проблем флота – загрязнение атмосферы выбросами с отработанными газами судовых дизельных двигателей. Отработанные газы дизелей содержат большое количество токсичных веществ, основные из которых: оксиды азота NO_x, оксиды серы SO_x, монооксид углерода CO (угарный газ), альдегиды, углеводороды, бенз(а)пирен, сажа.

Международной конвенцией МАРПОЛ-73/78, а именно Приложением VI данной конвенции «Правила предотвращения загрязнения атмосферы», принятым в 1998 г. и вступившим в силу в мае 2005 г., для дизельных судов нормируются выбросы оксидов азота NO_x, летучих оксидов серы SO_x и выбросы озоноразрушающих веществ.

Применительно к судовым дизелям установлена следующая номенклатура контролируемых параметров, определяющих их допустимое негативное воздействие на атмосферу:

- удельный средневзвешенный выброс оксидов азота (NO_x) в приведении к NO_2 ;
- удельный средневзвешенный выброс оксида углерода (СО);
- удельный средневзвешенный выброс суммы углеводородов (СН).


Удельный средневзвешенный выброс вредного вещества отработавших газов дизеля выражает количество этого вредного вещества в граммах, приходящееся на 1 кВт·ч эффективной работы дизеля, совершенной им при выполнении полного испытательного цикла (режима испытаний), имитирующего типовые условия эксплуатации.

Требования к условиям испытаний и описание всех необходимых процедур надзора за соблюдением этих норм эксплуатации изложены в «Техническом кодексе по выбросам оксида азота (NO_x) из судовых дизелей». Правило 13 Приложения VI МАРПОЛ-73/78 придает обязательную силу «Техническому кодексу». Требования Технического кодекса являются обязательными для всех судов валовой вместительностью 400 и более и должны выполняться всеми судовладельцами, операторами судов, судостроителями, производителями судовых дизелей и любыми другими пользователями судового энергетического оборудования.

Техническими средствами, обеспечивающими контроль удельных средневзвешенных выбросов вредных веществ от судовых дизелей, являются *газоанализаторы*. Контролю подлежит также дымность отработанных газов судовых дизелей. Дымность газов измеряется оптическим или фильтрационным методом с помощью специальных приборов – *дымомеров*.

Вредные выбросы отработанных газов судовых дизелей в значительной мере зависят от качества топлива, используемого при работе судовых энергетических установок. Качество топлива подтверждается его сертификатом и (или) результатами анализов на соответствие требованиям МАРПОЛ-73/78. В любом случае в ходе бункеровочной операции на приемном топливном коллекторе судна отбираются пробы топлива, которые хранятся на судне.

Основным критерием качества топлива, используемого на судне, является содержание серы в жидком топливе. Правило 14 Приложения VI МАРПОЛ-73/78 устанавливает норму содержания оксидов серы SO_x в любом жидком топливе, используемом на судне. С 01.01.2012 г. общее ограничение на содержание оксидов серы в су-



довом топливе установлено не более 3,5 % от массы топлива. С 01.01.2015 г. введены ограничения по содержанию серы в судовом топливе на уровне 0,1 % (от массы топлива) для так называемых районов SECA (SO_x Emission Control Areas).

SECA – зоны контроля за выбросами соединений серы, где в первую очередь контролируются выбросы оксидов серы и где установлены ограничения на ее содержание в судовом топливе. Зонами SECA являются акватории Северного и Балтийского морей, пролива Ла-Манш, а также зоны, прилегающие к Западному и Восточному побережьям Северной Америки и Карибским островам.

Обеспечение требований по содержанию серы в судовом топливе может решаться тремя путями:

1) использованием вместо судового мазута дистиллятов – газойля, дизельного топлива, вакуумного газойля, но цена такого топлива в среднем на 250 долларов за тонну дороже высокосернистого мазута;

2) очистка выхлопных газов при помощи очистных систем – скрубберов. Этот вариант позволяет применять топливо с любым содержанием серы и очищать его до требуемых норм. Но стоимость таких систем несколько миллионов евро, к тому же они занимают приличный объём до 500 м³, что уменьшает полезный объём судна;

3) переход на СПГ (сжиженный природный газ, *англ.* – LNG).

Сжиженный природный газ можно использовать для работы существующих дизельных главных энергетических установок судов, что экономически выгодно и не требует больших дополнительных вложений по переоборудованию судов, хотя внедрение газодизельных установок на судах осложнено оборудованием судов дополнительной системой хранения и подачи газа, (сжиженного или под давлением), пожаро- и взрывоопасностью газа, его токсичностью. Но эти сложности компенсируются низким содержанием вредных примесей в отработанных газах дизелей, работающих на газовом топливе.

Помимо контроля за качеством топлива для обеспечения минимально вредных выбросов в атмосферу на судах применяются системы очистки отработанных газов (катализаторы), благодаря эффективной работе которых в значительной степени снижается уровень содержания вредных веществ в отработанных газах. Принцип действия данного устройства заключается в следующем: после отведения продуктов сгорания топлива из цилиндров двигателя в приёмную трубу они в последующем попадают в катализатор, в котором происходит окисление и разрушение вредных для человека веществ в более безопасные и простые элементы.

III. Порядок выполнения работы

В тетради для практики сделать краткий конспект:

1. Оборудование судов для предотвращения загрязнения морской среды нефтью, сточными водами, мусором (табл. 22).
2. Оборудование судов для предотвращения загрязнения атмосферы.

Таблица 22

Требования к оснащению судов техническими средствами по предотвращению загрязнения окружающей среды с судов [7]

Наименование средства	Основные требования к техническим средствам	Распространение требований на конвенционные категории судов
1. Фильтрующие устройства для очистки нефтесодержащих вод машинных отделений перед сбросом их за борт	Степень очистки 15 ч/млн (15 млн^{-1}) (<i>15 частей нефти на миллион частей воды</i>) или 15 ppm (parts per million)	Все суда. Танкеры валовой вместимостью менее 150 и другие суда валовой вместимостью менее 400 вместо таких устройств могут иметь сборные емкости
2. Сигнализатор нефтесодержания в сбросе очищенных нефтесодержащих вод машинных отделений	Сигнализация о превышении нефтесодержания 15 ч/млн в сбросе	Суда валовой вместимостью 10 000 и более. Суда валовой вместимостью 400 и более, но менее 10 000, имеющие грязный водяной балласт и намерение его сбрасывать через фильтрующую установку. Суда, указанные в п. 1, имеющие намерение сброса льяльных вод МО через ФУ в особых районах

Наименование средства	Основные требования к техническим средствам	Распространение требований на конвенционные категории судов
3. Устройство автоматического прекращения сброса.	Устройство, автоматически прекращающее сброс при превышении нефтесодержания 15 ч/млн в сбросе. Автоматическая остановка насоса фильтрующей установки является альтернативой установке устройства	Суда, указанные в п. 2
4. Сборный танк для сохранения на борту нефтесодержащих вод с последующей сдачей на приемные устройства или сбросом в море с соблюдением требований правил конвенции	Вместимость по формуле в Руководстве Регистра, но достаточная для прохода любого особого района или с заполнением не менее чем за 3 суток, оснащение сигнализацией по степени заполнения танков (80 % вместимости), возможность откачки нефтесодержащих вод через фильтрующую установку или выдачи на приемные сооружения	Все суда
5. Сборные танки для нефтеостатков (шлама)	Достаточная вместимость, возможность утилизации нефтеостатков в условиях судна или передачи на приемные сооружения	Все суда
6. Трубопровод выдачи нефтесодержащих вод и нефтеостатков на приемные сооружения	Отдельный трубопровод, выведенный на открытую палубу (для танкеров и крупных судов – на оба борта), с фланцевым стандартным соединением международного образца	Все суда. Танкеры и приравненные к ним суда должны иметь два отдельных трубопровода – для льяльных и балластных/промывочных вод


Наименование средства	Основные требования к техническим средствам	Распространение требований на конвенционные категории судов
7. Трубопровод сброса балластных и промывочных вод из отстойных танков при выполнении операций в море	Вывод на открытую палубу или на борт судна выше ватерлинии при наибольшей осадке судна	Нефтяные танкеры и приравненные к ним суда при наличии балластируемых топливных и отстойных танков
8. Система контроля за сбросом балластных и промывочных вод путем визуального наблюдения	Наличие поста дистанционного отключения откачивающих средств или эффективная связь между постами наблюдения и управления насосами	Нефтяные танкеры и приравненные к ним суда
9. Система автоматического замера, регистрации и управления сбросом вод балластных и промывочных вод	Непрерывная регистрация сброса нефти в литрах на морскую милю и общего количества сброса либо содержания нефти и интенсивности сброса, автоматическое прекращение сброса при превышении норм мгновенной интенсивности сброса	Нефтяные танкеры и приравненные к ним суда валовой вместимостью 150 и более
10. Отстойный танк или система отстойных танков для сохранения на борту остатков грязного балласта и промывочных вод из грузовых танков	Достаточная вместимость (3, 2, 1 % от грузовместимости судна по нефти в зависимости от типа системы мойки танков и дополнительные требования к конструкции согласно правилу 29 Приложения I конвенции). На существующих судах любой грузовой танк может использоваться как отстойный	Нефтяные танкеры и приравненные к ним суда ВВ 150 и более
11. Прибор для определения границы раздела сред нефть-вода в отстойных танках	Быстрое и точное определение положения раздела сред нефть-вода при откачке отстоявшейся воды из отстойных танков	То же

Наименование средства	Основные требования к техническим средствам	Распространение требований на конвенционные категории судов
12. Танки изолированного балласта	Учитываются требования по осадке и дифференту судна при приеме балласта в танки изолированного балласта, а также по их расположению согласно оговоренным критериям	Согласно требованиям правила 18 пересмотренного Приложения I МАРПОЛ-73/78
13. Система мойки танков сырой нефтью	Включает систему трубопроводов, моечные машинки, зачистную систему; не должна располагаться в машинных отделениях; отделена от любой другой системы судна	Нефтеналивные суда для перевозки сырой нефти дедвейтом 20 000 и более, поставленные после 01.06.1982
14. Сборная цистерна для сбора сточных вод	Достаточная вместимость (расчет согласовывается с Морским регистром судоходства). Защита от коррозии, отделение коффердамом от других цистерн и помещений, оснащение световой и звуковой сигнализацией при заполнении на 80 %	Суда валовой вместимостью 400 и более, с неустановленной или меньшей вместимостью, на которых перевозится более 15 человек. Вместе с п. 3 или вместо п. 3
15. Система для удаления сточных вод из сборной цистерны	Два средства для удаления (два насоса или насос и эжектор), в обоснованных случаях один насос (эжектор), интенсивность сброса в море в соответствии с требованиями конвенции, рекомендуемое время опорожнения сборной цистерны при сдаче на приемные сооружения не более чем за 1 ч, трубопровод выдачи с международным сливным соединением, вывод на оба борта (по согласованию с Регистром на один борт), местный пост для наблюдения за сбросом и дистанционного отключения откачивающих средств	То же

Наименование средства	Основные требования к техническим средствам	Распространение требований на конвенционные категории судов
16. Установка для обработки сточных вод	Достаточная пропускная способность, одобрение санитарных органов, обеспечение обработки и обеззараживания до международных норм, устройство для отбора проб очищенных и обеззараженных вод, надежная работа в условиях крена и вибрации	Суда валовой вместимостью 400 и более; с неустановленной или меньшей вместимостью, на которых перевозится более 15 человек
17. Устройства для сбора мусора	Достаточная вместимость (расчет согласовывается с Регистром), конструкция должна удовлетворять требованиям правил Регистра, быть съемными или встроенными в корпус судна, плотно закрываться крышками, обеспечивать отдельный сбор пищевых отходов и других видов мусора	Все суда, вместе с п. 5 или вместо п. 5
18. Установка для сжигания мусора	Достаточная производительность, блокировка загрузочного бункера, система защиты и сигнализации, требования по размещению, контроль за процессом сжигания	Все суда, вместе с п. 4 или вместо п. 4

Контрольные вопросы

1. Дайте определение *коагуляции, осаждения, коалесценции, флотации, адсорбции.*
2. Обезвреживание сточных вод: понятие, способы.
3. Назовите способы утилизации мусора в судовых условиях.
4. Можно ли сбрасывать пластмассу в море? Почему?
5. К чему приводит загрязнение нефтепродуктами Мирового океана? Опишите процесс деградации нефти в море.
6. Что представляют собой сорбенты и детергенты? В чем опасность загрязнения Мирового океана детергентами?



7. Какими оборудованием для предотвращения загрязнения нефтью, сточными водами и мусором должны быть оснащены суда в соответствии с требованиями МАРПОЛ-73/78?

8. Каким оборудованием для предотвращения загрязнения атмосферы должны быть оснащены суда в соответствии с требованиями МАРПОЛ-73/78?

Тема 12. Обеспечение экологической безопасности мореплавания

I. Цель работы: изучить основные аспекты обеспечения безопасности мореплавания при стоянке судна в порту и бункеровке. Освоить методы и первоначальные действия при ликвидации аварийных разливов нефти.

II. Описание работы

12.1. Обеспечение экологической безопасности мореплавания

На судне вахтенный помощник капитана отвечает за обеспечение экологической безопасности и должен обеспечивать предотвращение загрязнения морской среды [14].


При стоянке судна в порту

Перед выходом судна из порта необходимо сдать накопившиеся нефтесодержащие и сточные воды, остатки нефтепродуктов и мусор на приемные станции или сборщики в порту стоянки. Для этого капитан судна должен своевременно подать соответствующие заявки диспетчеру порта, а сама сдача должна быть проведена при соблюдении всех мер безопасности, исключающих аварийный сброс в акваторию порта загрязняющих веществ. Во время стоянки судна в порту силами стояночной вахты должно быть организовано постоянное наблюдение за акваторией порта и водной поверхностью вблизи своего судна. При обнаружении плавающих пятен нефтяного загрязнения или мусора необходимо немедленно сообщить диспетчеру порта и сделать запись в судовом журнале с указанием времени, пеленга и дистанции до обнаруженного загрязнения, направления и силы ветра.

Бункеровка судна в порту

При подготовке судна к бункеровке нефтепродуктами экипаж обязан:

1. Проверить надежность швартовки судна.



2. Перед началом приема нефтепродуктов палубные шпигаты необходимо забить деревянными чопами или зацементировать, чтобы предотвратить возможную утечку нефтепродуктов, разлившихся по палубе.

3. Установить поддоны под соединения шлангов фланцами приемных устройств и воздушные трубы.

4. Проверить используемые шланги на отсутствие видимых повреждений, сроки их испытаний, наличие сертификатов.

5. Оградить места сдачи-приемки нефтепродуктов на палубе судна.

6. Установить надежную голосовую или радиосвязь с береговым терминалом или бункеровочным судном, оговорив рабочий и запасной каналы связи, сигналы начала бункеровочной операции и ее экстренной остановки.

7. Закрыть всю неиспользуемую арматуру и трубопроводы.

8. Подготовить судовые средства по ликвидации разлива к немедленному использованию.

9. Подготовить судовые средства по борьбе с пожаром к немедленному использованию. Закрыть все окна и иллюминаторы с борта приемки нефтепродуктов.

10. Убедиться, что емкость заполняемых танков достаточна для приема всего количества принимаемых нефтепродуктов.

11. Проверить работу кнопки дистанционного отключения насосов.

12. Оговорить с бункеровочной станцией или судном интенсивность подачи нефтепродуктов и порядок перехода с одного танка на другой.

13. Приготовить оборудование для отбора проб. Бункеровочную операцию необходимо начинать только после надежного ограждения акватории локализующими боковыми заграждениями (выставляются силами порта), когда все занятые в обеспечении операции находятся на своих штатных местах, при минимальной производительности насосов.

При проведении бункеровки экипаж обязан:

1. Проверять шланговые соединения на наличие пропусков, не допускать заломов и защемления шлангов во избежание их разрывов.


2. Вести постоянное наблюдение за акваторией вокруг судна.

3. Контролировать оговоренное рабочее давление в трубопроводе.

4. Контролировать уровень нефтепродуктов в заполняемом танке.

5. Производить отбор проб получаемого нефтепродукта.

После окончания бункеровочной операции:

- 
1. Продуть грузовые шланги.
 2. Закрыть арматуру топливной системы.
 3. Осушить поддоны.
 4. Заполнить лист оперативного контроля судна после окончания бункеровочной операции, заверить его подписями и печатями.
 5. Совместно с представителем бункеровочной станции или судна-бункеровщика произвести замеры топливных танков, записать показания счетчика, занести эти данные в таблицу замеров и заверить ее подписями и печатью. Пробы опломбированы, подписаны судном и бункеровщиком.
 6. Должным образом оформить бункеровочную расписку.
 7. Запрещается смыв за борт разлившихся нефтепродуктов. Ветошь и опилки, использованные для сбора попавшего на палубу топлива, следует собрать и поместить в герметичный контейнер, одобренный органами пожарного надзора.

Все действия по бункеровочной операции должным образом фиксировать в судовом журнале и журнале нефтяных операций (ЖНО, часть I).

При плавании судна

Запрещается сброс с судна в море плавающих предметов, не растворяющихся в воде: ящиков, досок, сепарационных и обшивочных материалов. Категорически запрещен сброс изделий из пластмассы, синтетических тросов, рыболовных сетей.

Сброс с судна вредных веществ и мусора должен производиться только в разрешенных для этого районах с интенсивностью, не превышающей установленную Конвенцией МАРПОЛ-73/78.

Перед входом судна в порт или в зону, где сброс вредных веществ запрещен, все клапаны, клинкеты и другие запорные устройства, через которые может быть произведен сброс за борт вредных веществ, должны быть надежно закрыты и опломбированы. Пломбирование производится лично капитаном судна или лицом, командного состава, уполномоченным на это капитаном. О каждом случае пломбирования делается запись в судовом журнале. После пломбирования запорной аппаратуры рекомендуется на нее навесить табличку «НЕ ОТКРЫВАТЬ, ОПЛОМБИРОВАНО». После постановки пломбы должна быть исключена всякая возможность, без ее нарушения, выведения запорной аппаратуры из зафиксированного пломбой состояния. Снимать пломбы разрешается только после выхода судна за пределы соответствующих зон. Снятие пломб фиксируется в судовом журнале.

Суда должны немедленно сообщать в инспекцию государственного надзора и диспетчеру порта захода о случаях сброса любых вредных веществ в территориальных и внутренних водах, как со своего судна, так и с любого другого судна, а также о замеченных загрязнениях.

12.2. Рекомендации по обеспечению экологической безопасности после аварии судна [14]


При сбросе нефти в целях спасения человеческой жизни на море, обеспечения безопасности любого судна или в результате повреждения судна или его оборудования, капитан обязан предпринять всевозможные и целесообразные меры по уменьшению сброса в море нефти. Такими мерами могут быть:

- перекачка нефти из аварийного танка (цистерны) в другие, исключаящие разлив танки (цистерны);
- заделка пробоин в аварийных танках (цистернах);
- перекрытие трубопроводов, связанных с поврежденным танком (цистерной);
- перекачка нефти на другое судно.

При получении судном пробоины на уровне действующей ватерлинии: как можно быстрее приступить к откачке нефти из поврежденной емкости в емкость противоположного борта. При необходимости вести параллельную откачку из других отсеков поврежденного борта, интенсивно создавая крен на противоположный борт, с таким расчетом, чтобы нижняя кромка пробоины вышла из воды. Из поврежденного отсека откачивать нефть до тех пор, пока уровень ее не опустится ниже нижней кромки полученной пробоины.

При получении судном пробоины ниже действующей ватерлинии (подводная часть борта, днище): наиболее эффективным способом уменьшения объема вытекающей за борт из поврежденного отсека нефти является откачка ее верхнего слоя переносными погружными насосами.

При повреждении корпуса и утечке, в результате этого за борт нефти необходимо переключить прием воды для судовых нужд на днищевые кингстоны, чтобы исключить возможность захвата нефти насосами и попадание ее в судовые магистрали. Если в результате разлива нефти судно оказалось в нефтяном поле, то необходимо вывести его из района разлива с учетом направления ветра и течения, удерживая борт, в котором образовалась пробоина, с подветренной стороны.


- 
- При перекачке нефти с аварийного судна на другое, необходимо:
- по возможности выставить боновое ограждение вокруг судов;
 - привести все средства пожаротушения в немедленную готовность на обоих судах;
 - строго соблюдать все правила швартовки в море, использовать только мягкие кранцы;
 - отключить систему катодной защиты обоих судов до окончания операции, соединить оба судна электрическим кабелем для нейтрализации статического электричества;
 - установить надежную радиотелефонную связь между судами;
 - включить огни и поднять сигналы МППСС-72, соответствующие создавшейся ситуации;
 - после окончания закрывать клапаны и отдавать перекачивающие шланги сначала на судне, имеющем более высокий борт, с тем, чтобы находящаяся в шлангах нефть слилась самотеком в танк судна, сидящего ниже.

12.3. Ликвидации аварийных разливов нефти [14]

Экологическая безопасность водного транспорта обеспечивается не только предотвращением загрязнения моря с судов в процессе их нормальной эксплуатации, но и готовностью экипажей судов к действию в чрезвычайных ситуациях, связанных с угрозой разлива нефти и ликвидации последствий подобного разлива. Разливы нефти могут быть связаны не только с эксплуатацией судов, но и происходить по вине предприятий, расположенных в прибрежной зоне акватории, при авариях подводных нефтяных трубопроводов, при авариях наземных транспортных средств вблизи побережья.

Для оперативного управления операциями по ликвидации разливов нефти (ЛРН) на побережье устанавливаются оперативные районы, которые охватывают все техногенные объекты, соприкасающиеся с морской акваторией. Оперативный район может разделяться на оперативные зоны, для каждой из которых устанавливаются свои границы, как правило, вокруг конкретного порта или портопункта. Для межведомственного взаимодействия и кооперирования возможностей и технических средств по борьбе с разливами нефти в каждом оперативном районе создается постоянно действующий штаб по ликвидации разливов нефти.

В штабах разрабатываются планы, в которых с учетом местных особенностей на основе типовых аварийных ситуаций определяются технические средства, порядок оповещения заинтересованных и при-




влекаемых служб, взаимодействия между ними, разрабатываются необходимые документы, которые заранее доводятся до участников и привлекаемых к операциям по ликвидации аварийного загрязнения моря нефтью. При разработке таких планов на географическую карту района, для которого разработан план, наносят данные о характерных особенностях района с точки зрения его уязвимости от разливов нефти, а также сведения о дислокации основных технических средств для борьбы с разливами нефти, схемы оповещения, управления и связи. Отработка планов производится методом учений, по результатам которых в организационно-распорядительную документацию вносятся необходимые корректуры и дополнения.

В зависимости от объема разлившихся нефти или нефтепродуктов и площади разлива выделяются чрезвычайные ситуации следующих видов:

- локального значения: 100 тонн разлившихся нефти/нефтепродуктов, площадь разлива ограничена территорией объекта;
- местного значения: 500 тонн разлившихся нефти/нефтепродуктов, площадь разлива ограничена территорией населенного пункта, в котором расположен объект;
- территориального значения: 1 000 тонн разлившихся нефти/нефтепродуктов, площадь разлива ограничена территорией одного субъекта Российской Федерации;
- регионального значения: 5 000 тонн разлившихся нефти/нефтепродуктов, разлив распространен на территории субъектов Российской Федерации;
- федерального значения: более 5 000 тонн разлившихся нефти/нефтепродуктов, разлив распространен на территории более двух субъектов Российской Федерации.

Структура управления, разработанная в плане, предусматривает создание группы управления операцией и назначение руководителя операции. В плане приведены права, распределение обязанностей и ответственности должностных лиц. Действия штаба при фактической аварии с разливом нефти должны быть направлены на успешное завершение работ по ликвидации последствий нефтяного загрязнения путем рационального использования имеющихся технических средств, привлекаемых средств других ведомств, согласования с контролирующими органами вопросов по использованию различных химпрепаратов, а также привлечения по необходимости в установленном порядке дополнительных людских ресурсов.



Для ликвидации аварийных разливов нефти в настоящее время используются следующие методы:

- локализация разлива нефти с помощью боновых ограждений;
- сбор разлитой нефти с помощью различных механических устройств и сорбентов;
- рассеивание нефтяной пленки с помощью диспергентов;
- сжигание на месте нефти.

Нефтезаградительные боны представляют собой плавучее заграждение, которым охватывают локальный район акватории, препятствуя растеканию разлитой нефти тонкой пленкой на большую площадь. Использование бокового заграждения эффективно лишь в условиях незначительного волнения моря и закрытых акваторий, а вот использование в условиях открытого моря, как правило, малоэффективно. Постановка бонового заграждения предполагает использование судовых плавсредств или специальных судов, могут в качестве постановщиков использоваться буксиры и другие суда. Огражденное боновым заграждением нефтяное пятно не смещается под действием ветра и течения и его легче убирать с использованием механических средств.

Механический сбор разлитой нефти осуществляется специальными судами (нефтемусоросборщики, плавзачистные станции) или специально дооборудованными судами (сборщики различных типов, плавбункеровщики, танкера), на которые устанавливают приспособления для сбора нефти с поверхности воды, ее хранения на судне и последующей передачи нефтеводяной смеси. Прием такой смеси может осуществляться специальными приемотранспортными судами, которые доставляют ее на береговые очистные сооружения или несамходными плавсредствами, которые затем буксируются к береговым приемным сооружениям (рис. 26).

Сбор тонкой нефтяной пленки чисто механическим путем малоэффективен, в этом случае могут применяться **сорбенты** – специальные вещества, впитывающие в себя или аккумулирующие на своей поверхности частицы нефти, которые затем собираются с поверхности воды чисто механическим способом. **Сорбционная емкость** – это масса нефти, которая может быть собрана одним килограммом данного сорбента (от 5 до 12 кг нефти на 1 кг сорбента, иногда и более).

Последние остатки нефти удаляют с помощью **диспергентов** – химических веществ, которые эмульгируют нефтяную пленку в виде мелких капель в большом объеме воды. По сути воздействия диспергенты не уничтожают нефть в воде, а только способствуют ее рассеиванию, увеличивая площадь и ускоряя разложение под воздействием

естественных факторов. При небольших разливах нефти хорошие результаты могут быть получены при диспергировании ее винтами судов, так как в мелкодисперсном состоянии нефтепродукты являются пищей для микроорганизмов, населяющих морскую воду. К использованию химпрепаратов при ликвидации разливов нефти следует подходить с осторожностью, так как некоторые из них являются более токсичными для морской экосистемы, чем сама нефть. Их применение допускается только с разрешения соответствующих организаций, при обоснованной необходимости их применения (рис. 27).

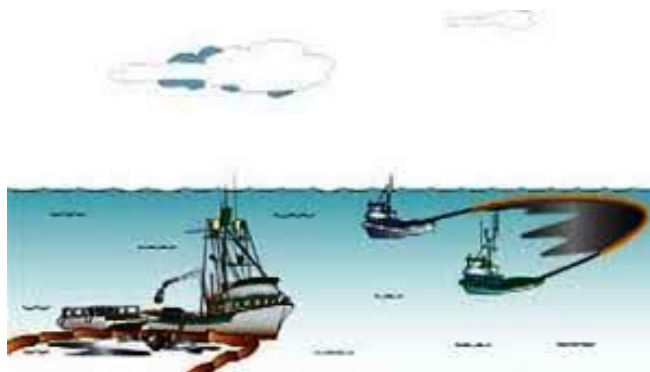


Рис. 26. Типовая надводная система механической ликвидации нефтяных разливов [27]



Рис. 27. Типовая схема ликвидации нефтяных разливов на акватории при использовании диспергентов

Сжигание нефти на месте, разлитой на поверхности воды, предусматривает контролируемое сжигание плавающей на поверхности нефти, что возможно до определенной минимальной толщины пленки. Воспламенение нефти осуществляется путем выброса на нефть, как правило, с вертолета с помощью желатинообразного топлива или выброса запального устройства с судна или с другой точки (рис. 28). В случае успешного воспламенения некоторая часть или вся нефть выгорает с поверхности воды или льда. Но некоторое количество остаточных после горения нефтепродуктов остается в любом случае. Эти остаточные продукты могут оставаться на плаву или осесть на дно, или обладать нейтральной плавучестью (в зависимости от типа разлитой нефти и условий горения).

Для успешного воспламенения и горения требуется соответствующая толщина нефтяного пятна в момент воспламенения, минимальные скорость ветра и волнение моря, а также не слишком сильно эмульгированная (смешанная с водой) нефть. В случае неэффективного горения образуется смесь из несгоревшей нефти, оставшихся после

сгорания веществ и сажи. Как и при механическом извлечении разлитой нефти, локализация нефти для воспламенения может осуществляться как с использованием естественных преград, так и с помощью разворачивания боновых заграждений, которые при этом должны быть одновременно и несгораемыми, и иметь способность противостоять морскому льду.

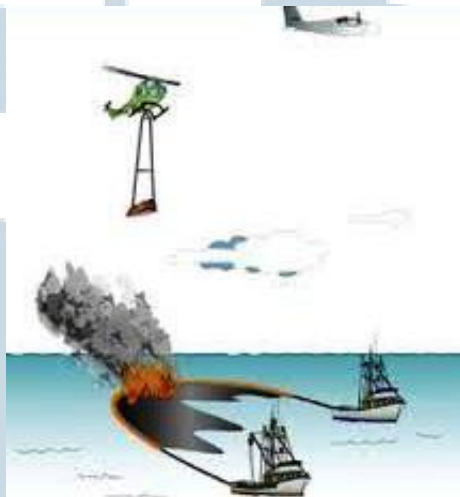



Рис. 28. Типовая схема ликвидации нефтяных разливов на акватории путем сжигания

К ликвидации аварийного разлива привлекаются: экипаж аварийного судна; представители компании судовладельца; служба портового надзора; дежурный диспетчер порта; дежурный диспетчер флота компании; экипажи судов, участвующих в операции; береговая станция очистки нефтесодержащих вод и другие лица и организации по необходимости.

Первоначальные действия указанных выше участников операции по ликвидации разливов нефти могут сводиться к следующему:

1. Экипаж аварийного судна:

- при возникновении ситуации аварийного сброса в акваторию нефти на судне объявляется общесудовая тревога;
- строго выполняет все пункты «Судового плана чрезвычайных мер по борьбе с загрязнением нефтью»;
- выясняет причину аварийного сброса нефти и ориентировочное ее количество;
- выполняет расчеты и прогноз загрязнения;
- немедленно докладывает о случившемся в портовый надзор и дежурному диспетчеру своего флота (компании), страховщику, используя при этом все доступные средства связи;



- принимает меры к уменьшению сброса путем: возможного устранения причин аварийного сброса, перекачки нефтепродуктов из аварийных в неповрежденные танки, создание крена судна на противоположный аварийному борт для уменьшения вылива нефтепродуктов из поврежденных танков, при этом соблюдая осторожность в вопросах остойчивости судна;

- заводит вокруг судна или аварийного борта нефтезадерживающее боновое ограждение;

- приводит в готовность к действию технические средства, организует борьбу за живучесть судна и выполняет указания руководителя работ на месте разлива;

- документирует действия всех участников по борьбе с загрязнением.

2. Диспетчерская порта:

- оповещает местный штаб о происшествии, организует сбор членов штаба, до прибытия начальника штаба или его заместителей выполняет его функции, вводит в действие оперативный план по борьбе с аварийным разливом нефти;

- производит сбор информации о месте и размерах аварийного разлива нефти;

- дает указания о приведении в оперативную готовность задействованных плавсредств и береговых сил;

- принимает меры по обеспечению участников борьбы с аварийным разливом нефти механизмами, инвентарем, материалами, а также обеспечивает погрузку и доставку их на место аварии;

- устанавливает связь с взаимодействующими ведомствами и выясняет, какие средства они могут выделить;

- производит сбор информации о проводимых работах с целью принятия эффективных мер для успешного завершения операции по борьбе с нефтеразливом;

- оповещает о нефтеугрозе капитанов судов, стоящих на акватории порта.


3. Служба капитана порта:

- устанавливает связь с аварийным судном, уточняет его состояние и необходимые для борьбы с разливом средства;

- организует снятие с аварийного судна пострадавших, оказание им первой медицинской помощи и доставку на берег;

- через службу движения организует или полностью запрещает движение судов по рейду;

- руководит действиями экипажей плавсредств, привлеченных к борьбе с нефтеразливом;

- 
- принимает меры по обеспечению устойчивой связи между всеми участниками борьбы с нефтеразливом;
 - определяет порядок и место постановки бонового заграждения, использование других средств борьбы с разливом нефти.

4. Диспетчер портового флота (флота компании):

- дает указание на направление дежурных средств на место аварии (нефтемусоросборщики, буксиры, другие суда);
- организует доставку личного состава на эти суда и их своевременную замену;
- по указанию диспетчера порта направляет к месту аварии катер, имеющий необходимые средства связи для сбора и передачи информации;
- по указанию представителя службы капитана порта с места аварии: назначает суда для постановки боновых заграждений; назначает к месту аварии танкеры и другие наливные суда для приема нефтеводяной смеси или снятия нефти с аварийного судна, а также пожарные катера для наблюдения за пожарной обстановкой;
- обеспечивает буксирами суда в порту или на рейде в случае рассредоточения флота.

5. Экипажи судов, участвующих в ликвидации последствий разлива нефти:

- прибывают по вызову на борт судна, приводят в готовность все средства, комплектуют группы для выполнения работ, поддерживают постоянную связь с диспетчерской портофлота;
- выполняют указание диспетчерской портофлота о выходе в район аварийного разлива нефти;
- выполняют указания руководителя работ на месте разлива методами, отработанными в процессе учений;
- аварийно-спасательные буксиры выполняют при необходимости спасение судна методами, выработанными практикой аварийно-спасательных работ.

6. Береговая станция очистки нефтесодержащих вод:

- принимает меры к обеспечению швартовки танкеров к нефтепирсу;
- приводит в готовность к приему нефтеводяной смеси системы, насосные станции и резервуары;
- поддерживает постоянную связь с диспетчерской порта;
- приводит все противопожарные средства в немедленную готовность к использованию.



12.4. Ликвидация аварийных разливов нефти при сплошном льде

Сплошное ледовое покрытие в общем облегчает выполнение операций по реагированию на разливы нефти: имеется твердая поверхность для работы, уменьшается подвижность нефти, естественным путём образуются скопления нефти на льду и под ним. Однако экстремальные погодные условия северных районов и продолжительные полярные ночи вызывают необходимость соблюдения множества требований по безопасности работ.

Общие указания

Персонал должен быть экипирован теплой одеждой, обувью, защитными средствами и обучен распознавать признаки обморожения, переохлаждения и переутомления.

Дизельное, котельное топливо и сырая нефть не выветриваются и могут быть сожжены через несколько месяцев после разлива.

Для задержания нефти можно сооружать заграждения из льдин.

При низких температурах механизмы, как правило, должны работать без перерывов, поэтому необходимы достаточные запасы топлива, смазочных материалов и запасных частей.

При низких температурах эффективность работы оборудования снижается, возникают проблемы с конденсацией паров, обледенением и т. д.

Темнота в зимнее время требует от персонала принятия дополнительных мер предосторожности при передвижении по льду даже на небольшие расстояния. Люди и транспорт должны придерживаться безопасных, специально обозначенных маршрутов. Управление техникой требует повышенного внимания.

Крайне необходимы знания и умение по обеспечению работ и безопасности в удаленных и холодных районах в отношении:

- оказания первой помощи, искусственного дыхания и массажа сердца;
- опасностей связанных с погодными условиями, белыми медведями и другими крупными млекопитающими;
- возможностей и ограничений перевозок и передвижения;
- оценки выдерживаемых льдом нагрузок;
- использования переносных радиостанций и зарядных устройств;
- повышенного расхода топлива и пониженной емкости аккумуляторов;
- эксплуатационных ограничений, связанных с коротким световым днем в зимнее время.



Стратегии и методы реагирования

Контроль разливов на морях, озерах и реках чаще всего легче осуществим на сплошном льду, в нем и под ним как при наличии снега, так и при его отсутствии. Для облегчения задержания, сбора и удаления нефти могут быть построены или смонтированы различные сооружения или вскрыт лед. Основные методы, описанные ниже, могут быть изменены согласно особенностям ситуации.

Сдерживание распространения и сбор нефти

Лед является эффективным барьером, а снег – эффективным сорбентом для разлившейся нефти. Для перемешивания и удаления больших количеств снега и нефти могут быть использованы, как механическое оборудование, так и ручные методы, хотя и подобная смесь обычно имеет низкое содержание нефти. Для перемещения снега и создания барьеров могут быть использованы, как грейдеры и бульдозеры, так и лопаты.

Непроницаемые для нефти заграждения образуются, если к естественному снежному барьеру добавить еще снега и облить водой для его обледенения.

Для задержания дизельного топлива и других легких нефтей, которые могут проникать сквозь снег при сооружении заградительной стенки или дамбы, должны использоваться непроницаемые обкладки, например, пластиковая пленка.

Для сбора нефти могут быть использованы насосы или скиммеры. Собранная нефть может быть перекачена в хранилище.


Часто встречаются такие образования, как торосы, сплошные поля смерзшегося битого льда, и разводья чистой воды, которые препятствуют проведению операций.

При планировании действий должно учитываться, наряду с происхождением, размером и путями распространения нефтяных пятен, наличие кромок льда, разводьев и других особенностей загрязненных поверхностей. Подледные скопления нефти обычно образуются в естественных углублениях нижней поверхности льда.

Для доступа к нефти, скопившейся подо льдом, могут быть сделаны траншеи и шурфы буром, цепной пилой, бульдозером или экскаватором.

Во многих случаях можно произвести сжигание нефти.

Аналогично бонам на открытой воде, для изменения направления движения растекающейся нефти и ее задержания можно использовать вырезы во льду.



Для задержания/отведения нефти (не для сжигания) боны могут быть установлены в вырезы во льду и оставлены для вмерзания.

Для передачи нефти от места сбора в хранилище используются вакуумные системы и насосы. Обычно при этом возникают следующие проблемы:

- куски льда и шуга забивают входные отверстия и шланги;
- происходит одновременный забор нефти, льда и воды;
- при заборе воды замерзают трубопроводы;
- замерзают фланцы шлангов;
- трескаются шланги, соединители и фланцы.

Диспергирование нефти

Диспергирование нефти в условиях сплошного льда ***не эффективно.***

Сжигание нефти на месте

Сжигание нефти на сплошном льду или снегу ***возможно:***

- в течении 2-5 дней с момента разлива;
- в течении нескольких месяцев, если нефть вмерзла в лед или ушла под него;
- при толщине пленки более 2-3 мм.

Необходим план безопасности персонала, в котором указываются места поджигания, направление движения нефти, районы горения и область распространения дыма.

В сырой нефти высокое содержание серы, поэтому она опасна и в процессе зажигания и в негорящем состоянии.

10-километровая (шестимильная) зона безопасности с подветренной стороны обеспечивает соответствующую защиту для персонала, населения и дикой природы.


Необходимо обеспечить минимизацию риска вторичного возгорания и иметь средства пожаротушения.

Необходимо предусматривать аварийные пути отхода из опасных зон людей и техники.

При сжигании нефти на льду необходимо иметь одно или несколько поджигательных устройств.

Для поджигания нефти на большой территории могут быть использованы пропановые горелки.

Установка для поджигания (гелиточ Heli-Torch) может быть использована при поджигании нефти на льду или ее скоплениях, доступных только с воздуха. В качестве альтернативы могут быть применены ручные поджигатели.



Могут быть подожжены скопления нефти в лунках на льду или в траншеях, прорезанных во льду. Для разжигания нефти и поддержания ее горения возможно добавление легкого топлива (бензина, дизельного топлива). При сжигании нефти на льду необходимо сделать траншеи для ее задержания, так как при горении образуется много талой воды.

Очистка берегов

Нефть на поверхности льда или проникшая в припай или под него может быть удалена с использованием технологии задержания и удаления. Технологии первоочередного реагирования включают ручное удаление, сбор вакуумными установками, механическое удаление или сжигание. Главными соображениями при выборе технологий являются объем и тип нефти, а также характер загрязненной ледяной поверхности.

Зона трещин с береговой стороны припая является важным фактором с точки зрения, как проведения операций, так и безопасности в местностях с высотой прилива более 1 м. Лед в трещинах поднимается и опускается вместе с приливом. Трещины также имеют важное значение в районах, где в прибрежной полосе действуют штормовые волны, изменяющие уровень воды у побережья.

Контрольные вопросы

1. Обеспечение экологической безопасности при: стоянке судна в порту; бункеровке судна в порту; плавании судна.
2. Меры по обеспечению экологической безопасности после аварии судна.
3. Классификация ЧС в зависимости от количества разлившихся нефти или нефтепродуктов (в тоннах).
4. Методы ликвидации аварийных разливов нефти (ЛАРН).
5. Первоначальные действия участников ЛАРН.
6. Методы ЛАРН на сплошном льде.

ТЕСТЫ

ТЕСТ № 1 [35]

Внимание! При самостоятельной работе следует учитывать, что в тестах среди приведенных вариантов правильных ответов может быть несколько. *Результаты теста представьте в форме табл. 23.*

1. Выберите современное определение экологии:

- 1) учение о доме, жилище;
- 2) наука о взаимоотношениях живых организмов между собой и окружающей средой;
- 3) фундаментальная комплексная наука о природе, объединяющая основы ряда классических естественных наук.

2. Раздел экологии, изучающий взаимоотношения особей (организмов) с окружающей средой, называется:

- 1) демэкология;
- 2) аутэкология;
- 3) общая экология;
- 4) синэкология.

3. Отличительные особенности живых организмов

- 1) мышление;
- 2) рост и развитие;
- 3) саморегуляция;
- 4) чувствительность;
- 5) самовоспроизведение;
- 6) движение.

4. В растительных клетках световая энергия преобразуется:

- 1) в химическую;
- 2) в электрическую;
- 3) в механическую;
- 4) потенциальную.

5. Автотрофы – это:

- 1) организмы, требующие для своего роста и развития готовые органические соединения;
- 2) организмы, самостоятельно продуцирующие органические соединения, необходимые для роста и развития;
- 3) консументы;
- 4) редуценты.

6. Экологические факторы – это:

- 1) все элементы среды, воздействующие на организм;
- 2) только температурный фактор;
- 3) только пищевой фактор.

7. «Даже единственный фактор за пределами зоны своего оптимума приводит к стрессовому состоянию организма и в пределе – к его гибели» – это формулировка закона:

- 1) минимума Либиха;
- 2) толерантности Шелфорда;
- 3) незаменимости фундаментальных факторов Вильямса.

8. Из списка экологических факторов выберите те, которые относятся к биотическим:

- 1) вырубка лесных массивов;
- 2) конкуренция;
- 3) хищничество;
- 4) свет.

9. Экологическая ниша организмов определяется:

- 1) пищевой специализацией;
- 2) ареалом;
- 3) физическими параметрами среды;
- 4) биологическим окружением;
- 5) всей совокупностью условий существования.

10. Гомеостаз популяции – это:

- 1) поддержание количественного состава популяции;
- 2) способность популяции противостоять изменениям и сохранять динамическое постоянство своей структуры и свойств;
- 3) способность к поддержанию пространственной структуры.

11. Возможность экосистемы в течение длительного времени выдерживать максимальную численность популяции определенного вида, не деградируя и не разрушаясь, называется:

- 1) биотическим потенциалом;
- 2) сопротивлением среды;
- 3) емкостью среды;
- 4) выживаемостью.

12. Число особей одного вида на единицу площади, занимаемой популяцией, называют:

- 1) численностью популяции;
- 2) плотностью популяции;
- 3) населением;
- 4) рождаемостью.

13. Совокупность пищевых цепей в экосистеме, соединенных между собой и образующих сложные пищевые взаимоотношения, называют:

- 1) пищевой цепью;
- 2) пищевой сетью;
- 3) трофическим уровнем;
- 4) конкуренцией.

14. Растительный опад – личинки насекомых – лягушка – гадюка. Какой организм в этой пищевой цепи не является детритофагом:

- 1) растительный опад;
- 2) личинки насекомых;
- 3) лягушка;
- 4) гадюка.

15. В результате взаимосвязи хищник-жертва:

- 1) происходит вымирание популяции жертвы;
- 2) резко увеличивается численность одной из популяций;
- 3) усиливается естественный отбор в обеих популяциях;
- 4) не происходит изменения в популяциях хищника и жертвы.

16. Органическое вещество, создаваемое в экосистемах в единицу времени, называют:

- 1) биомассой;
- 2) биологической продукцией;
- 3) биологической энергией;
- 4) биологической численностью.

17. Продолжите фразу: «Совокупность особей, способных к скрещиванию и образованию плодового потомства, населяющих определенный ареал, называется..._____».

18. Какой процент от энергии, поглощенной растениями (100 %), переходит к степной гадюке в данной схеме: растения – полевка – степная гадюка – змеяд?

- 1) 90 %; 2) 1 %; 3) 10 %; 4) 0,1 %.

19. Взаимодействие некоторых травоядных копытных и микроорганизмов, обитающих в их желудке и кишечнике, – это пример:

- 1) мутуализма; 3) хищничества;
2) конкуренции; 4) паразитизма.

20. Последовательная во времени смена одних сообществ другими на определенном участке среды называется:

- 1) сукцессией; 3) климаксом;
2) флуктуацией; 4) интеграцией.

21. Валовой первичной продукцией экосистемы называют:

- 1) общее количество вещества и энергии, поступающих от автотрофов к гетеротрофам;
2) общее количество вещества и энергии, производимых автотрофами.

22. Наибольшая продуктивность характерна для экосистем:

- 1) тропических дождевых лесов; 3) жарких пустынь;
2) центральных частей океана; 4) лесов умеренного климата.

23. Атмосферный азот включается в круговорот веществ, благодаря деятельности:

- 1) хемосинтезирующих бактерий; 3) азотфиксирующих бактерий;
2) денитрифицирующих бактерий; 4) нитратных бактерий.

24. Пищевые цепи подразделяют на виды:

- 1) пастбищные; 2) детритные; 3) выедания;
4) разложения; 5) трофические.

25. Сезонная периодичность в природе наиболее выражена:

- 1) в субтропиках; 3) в умеренных широтах;
2) в пустынях; 4) в тропиках.

26. Эвтрофикацией водоемов считают:

- 1) обогащение водоемов биогенными веществами, стимулирующими рост фитопланктона;
2) процесс превращения болота в озеро;
3) процесс обогащения воды кислородом.

27. Что из перечисленного не входит (полностью или частично) в состав биосферы:

- 1) атмосфера;
- 2) магнитосфера;
- 3) гидросфера;
- 4) литосфера;
- 5) астеносфера;
- 6) ионосфера.

28. Основная роль озонового слоя (экрана) заключается:

- 1) в защите от ультрафиолетового излучения;
- 2) в создании парникового эффекта;
- 3) поддержании климата планеты.

29. Горные породы, которыми покрыто более 75 % поверхности континентов, – это породы:

- 1) магматические;
- 2) осадочные;
- 3) метаморфические.

30. Природные тела почвы, представляющие собой результат совместной деятельности всех живых организмов, а также физико-химических и геологических процессов, протекающих в неживой природе, Вернадский В.И. назвал:

- 1) живым веществом;
- 2) косным веществом;
- 3) биогенным веществом;
- 4) биокосным веществом.

31. Функция живых организмов, связанная с переносом вещества против действия силы тяжести и в горизонтальном направлении, называется:

- 1) транспортной;
- 2) энергетической;
- 3) газовой;
- 4) деструктивной.

32. В чем заключается принцип оптимизации природопользования:

- 1) в принятии наиболее целесообразных решений в использовании природных ресурсов;
- 2) в оптимальном использовании природного потенциала региона?

33. Основные источники антропогенного загрязнения воздуха:

- 1) транспорт;
- 2) пищевая промышленность;
- 3) энергетика;
- 4) химия и нефтехимия;
- 5) легкая промышленность;
- 6) черная и цветная металлургия.

34. Какой газ при увеличении его концентрации приводит к нагреву нижних слоев атмосферы и поверхности Земли:

- 1) метан;
- 2) озон;
- 3) диоксид углерода;
- 4) аммиак?

35. Основная причина образования и выпадения кислотных осадков – это наличие в атмосфере:

- 1) хлорфторуглеродов (ХФУ);
- 2) оксидов азота;
- 3) оксидов серы;
- 4) оксидов железа;
- 5) хлористого водорода.

36. Агробиоценоз – это:

- 1) устойчивая саморегулирующаяся система;
- 2) система с разрушенными обратными связями, которая может существовать только при целенаправленной деятельности человека;
- 3) устойчивая система, для существования которой все же необходима поддержка человека.

37. В общем виде под загрязнением окружающей среды понимают:

- 1) внесение в окружающую среду несвойственных ей химических компонентов;
- 2) захоронение радиоактивных отходов;
- 3) все, что выводит экологические системы из равновесия, отличается от нормы, наблюдаемой (длительное время);
- 4) введение в экосистемы несвойственных им биологических видов.

38. Какие негативные последствия вызывают нарушения технологии использования удобрений:

- 1) нарушение круговорота питательных веществ и снижение плодородия почвы;
- 2) попадание элементов удобрений в грунтовые воды и поверхностные водоемы;
- 3) усиление ветровой и водной эрозии почв;
- 4) разрушение озонового слоя в результате проникновения в стратосферу оксидов азота?

39. Источники информации в природоохранной сфере:

- 1) Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды за соответствующий год;
- 2) экологическая стандартизация;
- 3) Государственные кадастры природных ресурсов;
- 4) Федеральный регистр потенциально опасных химических и биологических веществ;
- 5) экологическая сертификация;
- 6) экологический мониторинг.

40. Экоцид влечет за собой ответственность:

- 1) административную;
- 2) уголовную;
- 3) дисциплинарную;
- 4) имущественную.

41. Цель правовой охраны земли состоит:

- 1) в сохранении, восстановлении, улучшении качества земель;
- 2) в сохранении ее площади;
- 3) верно все вышеперечисленное.

42. Особо охраняемая природная территория, на которой полностью исключаются все формы хозяйственной деятельности, – это:

- 1) заповедник;
- 2) заказник;
- 3) национальный парк;
- 4) памятник природы.

43. Как называется официальный документ, содержащий данные о состоянии и распространении редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных, растений, грибов:

- 1) Красная книга;
- 2) Зеленый список;
- 3) Список всемирного наследия;
- 4) Черный список?

44. В качестве экономических механизмов охраны окружающей среды признаются:

- 1) разнообразные кадастры;
- 2) разнообразные кодексы;
- 3) планирование;
- 4) экологическое страхование;
- 5) нормирование;
- 6) система платежей за природные ресурсы и за загрязнение окружающей среды.

45. На величину платы предприятия за размещение отходов влияет:

- 1) класс токсичности отходов;
- 2) территория, на которой они размещаются;
- 3) вид хозяйственной деятельности, которую осуществляет предприятие.

46. Нормативы качества относятся к группе:

- 1) законодательных норм;
- 2) подзаконных правовых актов;
- 3) технических показателей;
- 4) экономических показателей;
- 5) технико-экономических показателей.

47. Объектами экологической сертификации являются:

- 1) предплановые документы;
- 2) техника;
- 3) проектная документация;
- 4) материалы;
- 5) вещества.

48. В каком году была принята Концепция перехода РФ к устойчивому развитию?

- 1) 1992;
- 2) 1996;
- 3) 1972;
- 4) 2010.

49. Экологическое законодательство РФ предусматривает экологическую экспертизу:

- 1) государственную;
- 2) ведомственную;
- 3) научную;
- 4) общественную.

50. Природно-хозяйственный мониторинг по уровню территориального охвата является:

- 1) локальным;
- 2) региональным;
- 3) глобальным;
- 4) импактный.

ТЕСТ № 2 [35]

1. Термин «экология» впервые ввел в науку:

- 1) Одум Ю.П.;
- 2) Вернадский В.И.;
- 3) Геккель Э.;
- 4) Рулье К.Ф.

2. Основная единица строения всех организмов:

- 1) атом;
- 2) молекула;
- 3) клетка;
- 4) органы;
- 5) изотоп.

3. К хемосинтетикам относятся:

- 1) нитрифицирующие бактерии;
- 2) бактерии гниения;
- 3) цианобактерии;
- 4) железобактерии.

4. Выберите номера правильных суждений:

- 1) согласно правилу одного процента, изменение энергетики природной системы в пределах 1 % не выводит ее из равновесного состояния;
- 2) наилучшими шансами на самосохранение обладает система, которая в наименьшей степени способствует поступлению извне энергии и информации;
- 3) одни факторы могут усиливать или смягчать силу действия других факторов среды;
- 4) выносливость организма определяется наиболее сильным звеном в цепи его экологических потребностей.

5. Продолжите фразу: «Совокупность реакций ассимиляции и диссимиляции называется ...»

- 1) фотосинтезом;
- 2) метаболизмом;
- 3) сукцессией;
- 4) дыханием.

6. Что представляют собой абиотические факторы:

- 1) факторы живой природы;
- 2) факторы неживой природы;
- 3) особые химические факторы;
- 4) радиационные факторы?

7. С какой средой связан паразитический и полупаразитический образ жизни:

- 1) с водной;
- 2) с наземно-воздушной;
- 3) с почвенной;
- 4) с живым организмом.

8. Какой из ниже перечисленных законов говорит о том, что выносливость организма определяется самым слабым звеном в цепи его экологических потребностей:

- 1) закон минимума (Либиха);
- 2) закон оптимума (толерантности, Шелфорда);
- 3) закон Гаузе (правило конкурентного исключения);
- 4) закон максимума?

9. Гомойотермность животных и разнообразие форм тела характерны для обитателей:

- 1) наземно-воздушной среды;
- 2) почвы;
- 3) живого организма;
- 4) водной среды.

10. Популяция – это:

- 1) организованная группа, приспособленная к совместному обитанию в пределах определенного пространства;
- 2) минимальная самовоспроизводящаяся группа особей одного вида, на протяжении эволюционно длительного времени населяющая определенное пространство, образующая генетическую систему и формирующая собственную экологическую нишу;
- 3) совокупность особей, обладающих общими морфологическими, физиологическими и биохимическими признаками.

11. Выберите термин, обозначающий число особей, вселившихся в популяцию за единицу времени:

- 1) иммиграция;
- 2) эмиграция;
- 3) рождаемость;
- 4) смертность.

12. Вся совокупность факторов (включая неблагоприятные погодные условия, недостаток пищи и воды, хищничество и болезни), которая направлена на сокращение численности популяции и препятствует ее росту и распространению, называется:

- 1) сопротивлением среды;
- 2) емкостью среды;
- 3) биотическим потенциалом;
- 4) выживаемостью.

13. Отдельные звенья цепей питания называются:

- 1) пищевой цепью;
- 2) пищевой сетью;
- 3) трофическим уровнем;
- 4) непищевым уровнем.

14. Растения – тля – синица – ястреб. Укажите, какой из организмов в этой пищевой цепи является консументом 1-го порядка:

- 1) растения;
- 2) тля;
- 3) синица;
- 4) ястреб.

15. Каким законом описывается переход энергии с одного трофического уровня экологической пирамиды на другой:

- 1) законом минимума (Либиha);
- 2) законом толерантности (Шелфорда);
- 3) законом (правилом) конкурентного исключения (Гаузе);
- 4) законом (правилом) десяти процентов (Линдемана)?

16. Соотношение численности живых организмов, занимающих разное положение в пищевой цепи, называют:

- 1) пирамидой численности;
- 2) пирамидой биомассы;
- 3) пирамидой энергии;
- 4) пирамидой потребности.

17. Сколько энергии (%) доходит до второго трофического уровня в приведенной схеме: растения – кузнечик – лягушка – змея – орел. Энергия, поглощенная растениями, составляет 100 % ?

- 1) 90 %; 2) 10 %; 3) 1 %; 4) 0,1 %.

18. Форма отношений, при которых один из участников умерщвляет другого и использует его в качестве пищи, называется:

- 1) паразитизм; 3) хищничество;
2) нейтрализм; 4) симбиоз.

19. Продолжите определение: «Экосистема – это...», варианты:

- 1) сохраняющаяся неопределенно долгое время совокупность различных популяций, взаимодействующих между собой и окружающей средой;
2) взаимоотношения между видами в рамках биоценоза;
3) совокупность особей, проживающих на одной территории.

20. Среди перечисленных сукцессионных процессов вторичной сукцессией считается:

- 1) превращение заброшенных полей в дубравы;
2) появление лишайников на остывшей вулканической лаве;
3) постепенное обрастание голой скалы;
4) появление на сыпучих песках сосняка.

21. Атмосферный азот включается в круговорот веществ, благодаря деятельности:

- 1) хемосинтезирующих бактерий; 3) азотфиксирующих бактерий;
2) денитрифицирующих бактерий; 4) нитратных бактерий.

22. Углерод выходит из круговорота веществ (образуя осадочные породы) в составе:

- 1) сульфата кальция; 3) нитрата кальция;
2) карбоната кальция; 4) сульфида кальция.

23. Среди перечисленных примеров к первичной сукцессии относятся:

- 1) превращение заброшенных полей в широколиственные леса;
2) постепенная смена вырубок лиственным лесом;
3) постепенное обрастание голой скалы лишайниками;
4) превращение пожарищ в ельники.

24. Относительно устойчивое состояние экосистемы, в котором поддерживается равновесие между организмами, а также между ними и средой, называют:

- 1) климаксом; 3) флуктуацией;
2) сукцессией; 4) интеграцией.

25. Оболочка Земли, содержащая всю совокупность живых организмов и ту часть вещества планеты, которая находится в непрерывном обмене с этими организмами, называется:

- 1) атмосферой;
- 2) гидросферой;
- 3) экосферой;
- 4) биосферой.

26. Укажите три вещества, содержание которых в земной коре максимально:

- 1) водород;
- 2) алюминий;
- 3) кислород;
- 4) кальций;
- 5) кремний;
- 6) фосфор.

27. Функция живого вещества, связанная с поглощением солнечной энергии в процессе фотосинтеза, а также с последующей передачей ее по пищевым цепям, называется:

- 1) энергетической;
- 2) концентрационной;
- 3) деструктивной;
- 4) средообразующей.

28. На какой высоте находится максимальная концентрация озонового слоя:

- 1) 20-30 км над уровнем моря;
- 2) 10-15 км над уровнем моря;
- 3) 25-50 км над уровнем моря;
- 4) отдельного слоя озона нет.

29. К концентрационным функциям живого вещества биосферы относят:

- 1) образование озонового экрана;
- 2) выделение живыми организмами аммиака;
- 3) аккумуляцию железобактериями железа;
- 4) образование органических веществ при автотрофном питании;
- 5) способность хвощей накапливать кремний.

30. Гипотетическая стадия развития биосферы, когда в будущем разумная деятельность людей станет главным определяющим фактором ее устойчивого развития, – это:

- 1) магнитосфера;
- 2) ноосфера;
- 3) литосфера;
- 4) астеносфера.

31. Озон образуется в основном:

- 1) в тропосфере;
- 2) в стратосфере;
- 3) в мезосфере;
- 4) в ионосфере;
- 5) в магнитосфере;
- 6) в астеносфере?

32. Почему хлорфторуглероды (ХФУ) заменили хлорфторуглеводородами (ХФУВ) и фторуглеводородами (ФУВ)?

- 1) их дешевле производить;
- 2) их применение более эффективно;
- 3) они быстрее разрушаются, попадая в атмосферу.

33. Перечислите условия образования фотохимического смога:

- 1) солнечный свет;
- 2) ветер;
- 3) высокая влажность;
- 4) низкая влажность;
- 5) компоненты выхлопных газов автомобилей.

34. Перечислите основные ингредиенты загрязнения атмосферы:

- 1) оксид углерода (CO);
- 2) оксиды железа (FeO);
- 3) оксиды азота (NO_x);
- 4) взвешенные частицы (пыль);
- 5) углеводороды (C_nH_m);
- 6) оксид кальция (CaO);
- 7) оксид серы (SO₂);
- 8) диоксид углерода (CO₂).

35. Как влияет тепловое загрязнение на содержание кислорода в воде:

- 1) повышает содержание кислорода в воде;
- 2) снижает содержание кислорода в воде;
- 3) не оказывает никакого влияния на содержание кислорода в воде?

36. Назовите фактор, с неудовлетворительным качеством которого связано 80 % всех заболеваний в мире (по статистическим данным):

- 1) воздух;
- 2) пища;
- 3) вода;
- 4) температура.

37. Верно ли утверждение, что шум является для человека общебиологическим раздражителем, влияющим (в определенных условиях) на все органы и системы организма?

- 1) верно;
- 2) неверно;
- 3) частично верно: шум влияет только на слух.

38. С позиции существующего законодательства вред, на носимый окружающей среде, вызывает, в свою очередь, следующие негативные последствия:

- 1) экономические;
- 2) культурные;
- 3) социальные;
- 4) экологические.

39. В сферу юрисдикции водного законодательства не входит вода:

- 1) водоемов;
- 2) ледников;
- 3) снежников;
- 4) используемая в жилых домах;
- 5) подземных водных объектов;
- 6) используемая в технологических процессах.

40. Недра в границах территории России, включая подземное пространство с полезными ископаемыми, являются:

- 1) частной собственностью;
- 2) государственной собственностью;
- 3) как государственной, так и частной собственностью.

41. Для создания биосферного заповедника выбираются:

- 1) уникальные природные территории;
- 2) типичные природные территории;
- 3) территории, затронутые хозяйственной деятельностью человека;
- 4) территории, испытывающие воздействие от окружающих территорий, освоенных человеком.

42. Не являются объектом платежа за природные ресурсы:

- 1) недра;
- 2) земля;
- 3) растительные ресурсы;
- 4) техника, используемая в природоохранных целях.

43. Число классов опасности отходов:

- 1) 2;
- 2) 3;
- 3) 4;
- 4) 5.

44. С экономической точки зрения природа – это:

- 1) открытая, самодостаточная, саморазвивающаяся система, которая без вмешательства человека поддерживается в равновесном состоянии обозримо длительное время;
- 2) замкнутая, развивающаяся система, которая благодаря вмешательству человека поддерживается в равновесном состоянии обозримо длительное время;
- 3) замкнутая, самодостаточная, саморазвивающаяся система, которая без вмешательства человека поддерживается в равновесном состоянии обозримо длительное время.

45. Отметьте то определение, которое, по вашему мнению, является верным – под экономическим ущербом от загрязнения ОС понимается денежная оценка:

- 1) фактических убытков, обусловленных воздействием загрязнения;
- 2) возможных убытков, обусловленных воздействием загрязнения;
- 3) как фактических, так и возможных убытков, обусловленных воздействием загрязнения.

46. Эколого-экономическое стимулирование включает в себя:

- 1) налогообложение;
- 2) ценовую политику;
- 3) финансово-кредитный механизм природоохранной деятельности;
- 4) все вышеперечисленное.

47. Для какого вида водопользования установлены наиболее жесткие нормативы ПДК:

- 1) хозяйственно-питьевого;
- 2) коммунально-бытового;
- 3) рыбохозяйственного.

48. Привлечение внешних членов аудиторской группы зависит от решения:

- 1) организации, осуществляющей аудит;
- 2) заказчика;
- 3) государства.

49. В РФ экологическая сертификация проводится:

- 1) в добровольной форме;
- 2) в обязательной форме;
- 3) в добровольной и обязательной формах.

50. Отметьте неправительственные экологические организации:

- 1) Организация Объединенных Наций по вопросам образования и культуры (ЮНЕСКО);
- 2) Всемирный фонд охраны дикой природы (WWF);
- 3) Римский клуб;
- 4) Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ);
- 5) Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ);
- 6) Международная юридическая организация (МЮО).

ТЕСТ № 3 [35]

1. Термин «экология» впервые ввел в науку:

- 1) Одум Ю.П.;
- 2) Вернадский В.И.;
- 3) Геккель Э.;
- 4) Рулье К.Ф.

2. Раздел экологии, изучающий взаимоотношения сообществ и экосистем, называется:

- 1) валеоэкология;
- 2) общая экология;
- 3) аутэкология;
- 4) синэкология.

3. Химические элементы, входящие в состав живых организмов, называются:

- 1) биогенами;
- 2) канцерогенами;
- 3) мутагенами;
- 4) терратогенами.

4. Гетеротрофные организмы, питающиеся другими организмами или частицами органического вещества и перерабатывающие их в другие формы, называются:

- 1) консументами;
- 2) продуцентами;
- 3) редуцентами;
- 4) автотрофами.

5. Фитофаги питаются:

- 1) мертвыми растительными остатками;
- 2) живыми растениями;
- 3) трупами животных.

6. Оптимальные условия для организма достигаются при интенсивности экологического фактора, наиболее благоприятной:

- 1) для жизнедеятельности;
- 2) для размножения;
- 3) для роста организма.

7. Какой фактор является лимитирующим для живых организмов в почве:

- 1) количество кислорода;
- 2) влажность;
- 3) возможность потери хозяина;
- 4) значительные колебания температуры.

8. Примером каких биотических отношений являются лишайники?

- 1) симбиоз (мутуализм);
- 2) паразитизм;
- 3) комменсализм;
- 4) хищничество.

9. Общая территория, которую занимает вид, – это:

- 1) экологическая ниша;
- 2) биотоп;
- 3) ареал;
- 4) кормовая территория.

10. Первичную продукцию в экосистемах образуют:

- 1) продуценты;
- 2) консументы;
- 3) детритофаги;
- 4) редуценты.

11. Вторичную продукцию в экосистемах образуют:

- 1) продуценты;
- 2) консументы;
- 3) детритофаги;
- 4) редуценты.

12. Выберите термин, обозначающий долю особей в популяциях, доживших до определенного возраста или возраста генетической зрелости:

- 1) смертность;
- 2) рождаемость;
- 3) эмиграция;
- 4) выживаемость.

13. Выберите термин, обозначающий число особей, выселившихся из популяции за единицу времени:

- 1) иммиграция;
- 2) эмиграция;
- 3) рождаемость;
- 4) смертность.

14. Рост популяции, численность которой не зависит от ее плотности, называют:

- 1) логистическим;
- 2) изменчивым;
- 3) стабильным;
- 4) экспоненциальным.

15. Взаимодействия в природной системе, основанные на прямых и обратных функциональных связях, ведущие к динамическому равновесию или саморазвитию всей системы, называются:

- 1) сопротивлением среды;
- 2) биотическим потенциалом;
- 3) емкостью среды;
- 4) авторегуляцией в природе.

16. Наземно-воздушная среда жизни обладает признаками:

- 1) высокая плотность;
- 2) низкая плотность;
- 3) много света;
- 4) мало света;
- 5) отсутствие кислорода;
- 6) обилие воздуха.

17. Назовите самую малочисленную группу организмов, входящую в состав пищевой цепи выедания (пастбищной):

- 1) продуценты;
- 2) консументы 1-го порядка;
- 3) консументы 2-го порядка;
- 4) консументы 3-го порядка.

18. Растение – полевая мышь – ястреб – бактерии. Укажите, какой из организмов в пищевой цепи является консументом 2-го порядка:

- 1) растение;
- 2) полевая мышь;
- 3) ястреб;
- 4) бактерии.

19. Суммарную массу организмов на каждом трофическом уровне отражает:

- 1) пирамида потребности;
- 2) пирамида численности;
- 3) пирамида энергии;
- 4) пирамида биомассы.

20. Невозможность длительного совместного выживания двух видов с близкими экологическими требованиями была названа:

- 1) законом минимума (Либиха);
- 2) законом толерантности (Шелфорда);
- 3) законом (правилом) конкурентного исключения (Гаузе);
- 4) законом действия факторов (Тинемана).

21. Доминантами сообщества называют виды:

- 1) сильно влияющие на среду обитания;
- 2) преобладающие по численности;
- 3) характерные для данного биоценоза;
- 4) сохраняющиеся при смене биоценоза

22. Какой процент энергии, поглощенной продуцентами, доходит до пятого трофического уровня в данной схеме: растения – кузнечик – лягушка – змея – орел? Энергия, поглощенная растениями, принята за 100 %.

- 1) 0,01 %;
- 2) 90 %;
- 3) 10 %;
- 4) 0,1 %.

23. В наземном биоценозе микроорганизмы и грибы завершают разложение органических соединений до простых минеральных компонентов, которые снова вовлекаются в круговорот веществ представителями некой группы организмов. Назовите эту группу:

- 1) консументы 1-го порядка;
- 2) консументы 2-го порядка;
- 3) продуценты;
- 4) редуценты.

24. Масса тела живых организмов в экосистеме называется:

- 1) биопродукцией;
- 2) биоэнергией;
- 3) биомассой;
- 4) биочисленностью.

25. Периодичность открывания и закрывания раковин устриц относят к ритмам:

- 1) суточным;
- 2) приливно-отливным;
- 3) годовым;
- 4) сезонным.

26. Среди перечисленных сукцессионных процессов вторичной сукцессией считается:

- 1) превращение заброшенных полей в дубравы;
- 2) появление лишайников на остывшей вулканической лаве;
- 3) постепенное обрастание голой скалы;
- 4) появление на сыпучих песках сосняка.

27. Отличительные особенности океанической коры (по сравнению с материковой):

- 1) толщина 5-10 км;
- 2) толщина 20-40 км;
- 3) гранитный слой присутствует;
- 4) гранитный слой отсутствует;
- 5) осадочный слой в среднем 3-5 км;
- 6) второй слой между осадочными и базальтовыми слоями;
- 7) осадочный слой в среднем менее 1 км;

28. Эвтрофикацией водоемов считают:

- 1) процесс превращения болота в озеро;
- 2) процесс обогащения воды кислородом;
- 3) обогащение водоемов биогенными веществами, стимулирующими рост фитопланктона;
- 4) процесс, способствующий снижению содержания кислорода в водоемах.

29. Азот попадает в растения в процессе круговорота веществ в форме:

- 1) оксида азота;
- 2) аммиака;
- 3) нитратов;
- 4) азотной кислоты.

30. Функция живых организмов, связанная со способностью изменять и поддерживать определенный атмосферный состав, называется:

- 1) транспортной;
- 2) энергетической;
- 3) газовой;
- 4) деструктивной.

31. К признакам современной ноосферы относят:

- 1) массовое потребление продуктов фотосинтеза прошлых геологических эпох;
- 2) увеличение содержания свободного кислорода;
- 3) появление новых трансурановых химических элементов;
- 4) рассеивание энергии Земли;
- 5) накопление энергии Земли.

32. К концентрационным функциям живого вещества биосферы относят:

- 1) образование озонового экрана;
- 2) выделение живыми организмами аммиака;
- 3) аккумуляцию железобактериями железа;
- 4) образование органических веществ при автотрофном питании;
- 5) способность хвощей накапливать кремний.

33. Основными антропогенными источниками диоксида углерода (CO_2) являются:

- 1) сжигание ископаемого топлива;
- 2) рисовые плантации;
- 3) производство удобрений;
- 4) вырубка лесов;
- 5) гниение на свалках;
- 6) утечки при добыче и транспортировке ископаемых видов топлива.

34. Почему хлорфторуглероды (ХФУ) заменили хлорфторуглеродами (ХФУВ) и фторуглеводородами (ФУВ)?

- 1) их дешевле производить;
- 2) их применение более эффективно;
- 3) они быстрее разрушаются, попадая в атмосферу.

35. Основные источники антропогенного загрязнения гидросферы:

- 1) целлюлозно-бумажная промышленность;
- 2) нефтеперерабатывающая промышленность;
- 3) индустриальное сельское хозяйство;
- 4) пищевая промышленность;
- 5) энергетика;
- 6) химическая промышленность;
- 7) черная и цветная металлургия.

36. Экологически неблагоприятная территория, на которой происходят глубокие необратимые изменения окружающей среды, называется:

- 1) территорией с чрезвычайной ситуацией;
- 2) территорией экологического бедствия;
- 3) критической зоной;
- 4) кризисной зоной.

37. При повышении кислотности значение водородного показателя pH:

- 1) увеличивается;
- 2) остается неизменным;
- 3) уменьшается.

38. Как называется особо охраняемая природная территория, на которой постоянно или временно запрещается хозяйственное использование отдельных видов природных ресурсов:

- 1) заповедник;
- 2) заказник;
- 3) национальный парк;
- 4) памятник природы.

39. При сверхлимитном загрязнении ОС применяется коэффициент экономических санкций, равный:

- 1) 15;
- 2) 10;
- 3) 5;
- 4) 100.

40. По техническим возможностям эксплуатации ресурсы подразделяются на следующие группы:

- 1) незаменимые;
- 2) реальные;
- 3) рекреационные;
- 4) заменимые;
- 5) потенциальные;
- 6) общественные.

41. Отметьте основные показатели, на которых базируются нормативы качества:

- 1) социальные;
- 2) медицинские;
- 3) технологические;
- 4) культурные;
- 5) экономические;
- 6) научно-технические.

42. Какие нормативы в настоящее время являются главными нормативами качества окружающей среды:

- 1) ОБУВ;
- 2) ЛРО;
- 3) ПДК;
- 4) ПДВ;
- 5) ПДС.

43. Инициатором процедуры ОВОС может быть организация:

- 1) общественная;
- 2) частная;
- 3) государственная;
- 4) верно все перечисленное.

44. Функциями экологического контроля являются:

- 1) предупредительная;
- 2) социальная;
- 3) информационная;
- 4) карательная;
- 5) инвестиционная;
- 6) культурно-просветительная.

45. Отметьте объекты, которые не входят в юрисдикцию государств:

- 1) Мировой океан;
- 2) космос;
- 3) атмосферный воздух;
- 4) Антарктида;
- 5) атмосфера Земли;
- 6) редкие и исчезающие растения и животные.

46. Укажите, какой вид из загрязнителей окружающей среды относится к физическому:

- 1) сернистый газ;
- 2) вибрация;
- 3) радиация;
- 4) СПАВ (синтетически поверхностные активные вещества);
- 5) шум;
- 6) пестициды.

47. Назовите экологически обоснованные решения продовольственной проблемы человечества:

- 1) внедрение интенсивных технологий;
- 2) мелиорация почв и территорий;
- 3) использование новых высокопродуктивных сортов сельскохозяйственных культур;

- 4) увеличение использования химических средств защиты растений;
- 5) увеличение использования биологических методов защиты растений;

48. Рекультивация земель – это:

- 1) карьерные земельные работы;
- 2) распашка целины;
- 3) восстановление нарушенных земель;
- 4) сокращение площади сельскохозяйственных полей.

49. Основным экологическим принципом рационального использования природных ресурсов является принцип:

- 1) оптимизация природопользования;
- 2) ограниченность ресурсов биосферы;
- 3) экологизации промышленного производства;
- 4) гармонизации отношений в системе природа-общество.

50. Самым эффективным действием отдельного человека по улучшению экологических условий может быть:

- 1) активное участие в борьбе за принятие и выполнение законов по охране окружающей среды;
- 2) вегетарианское питание;
- 3) езда на велосипеде вместо использования автотранспорта;
- 4) повторное использование стеклотары;
- 5) посадка деревьев.

Таблица 23

Ответы на ТЕСТ

Тест №	«_» 20 г.	Фамилия Имя курсанта		уч. гр.
1)	11)	21)	31)	41)
2)	12)	22)	32)	42)
3)	13)	23)	33)	43)
4)	14)	24)	34)	44)
5)	15)	25)	35)	45)
6)	16)	26)	36)	46)
7)	17)	27)	37)	47)
8)	18)	28)	38)	48)
9)	19)	29)	39)	49)
10)	20)	30)	40)	50)

ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ

1. Строение Земли и её внешней оболочки.
2. Определение биосферы, её пространственные границы. Структурные единицы биосферы. Вещественный и химический состав биосферы. Закон незаменимости земной биосферы.
3. Синтез первичного органического вещества. Учение о трофических цепях.
4. Закон минимума, закон толерантности, правило Лимитирующего фактора.
5. Определение экосистемы. Свойство пространственной неоднородности экосистем.
6. Основные принципы функционирования природных экосистем.
7. Гомеостаз и сукцессия.
8. Понятие экологического фактора. Общие характеристики и классификация экологических факторов.
9. Ноосфера. Учение о ноосфере.
10. Свет и освещённость земной поверхности, температура у поверхности Земли, влажность воздуха и атмосферные осадки.
11. Строение атмосферы, её газовый состав и свойства, движение воздушных масс, атмосферное давление.
12. Происхождение Мирового океана.
13. Континентальный шельф и его значение в мировом хозяйстве.
14. Роль Мирового океана в процессах жизнеобеспечения на планете.
15. Типовая структура водных экосистем, особенности водоёмов суши.
16. Плотность воды, кислородный показатель водной среды, проникновение солнечных лучей сквозь водную толщу.
17. Температурные характеристики водных объектов Земли.
18. Солевой состав водоёмов (гидробионты и осмотический эффект).
19. Человек как источник искусственных помех.
20. Экология человека. Качество жизни.
21. Экологический риск и безопасность.
22. Преднамеренное и непреднамеренное, прямое и косвенное влияние человека на природу.

23. Воздействие промышленности и транспорта на окружающую среду.
24. Загрязнение водной (морской) среды с судов.
25. Вероятность кислородного дефицита в атмосферном воздухе; увеличение количества CO₂, метана и паров воды в атмосфере.
26. Избыточная промышленная пыль (аэрозоли) в атмосфере.
27. Экологический мониторинг.
28. Правовые аспекты охраны природы. Органы управления, контроля и надзора по охране природы.
29. Современный закон РФ «Об охране окружающей природной среды».
30. Экологический риск.
31. Основные этапы формирования международного морского экологического права, международные морские конвенции в области защиты окружающей среды.
32. МАРПОЛ-73/78 – главный документ по международному морскому экологическому праву.
33. Понятия экологического кризиса и экологической катастрофы.
34. Аральское море. Причины его гибели.
35. Авария на Чернобыльской АЭС. Причины и экологические последствия.
36. Нормирование. Нормативы качества окружающей среды (ПДК, ПДВ, ПДС, ПДУ).
37. Виды загрязнения атмосферы и ее основные загрязнители. Факторы самоочищения атмосферы.
38. Токсиканты и их воздействие на организмы (диоксины, СПАВ, ПАУ, ЛОС, ПХВ, формальдегид, асбест, бензапирен и пр.).
39. Методы контроля за состоянием атмосферы. Способы очистки воздуха от газообразных примесей и паров.
40. Индекс загрязнения атмосферы. Шкала ИЗА. Примеры расчета.
41. Индекс загрязнения воды. Шкала ИЗВ. Примеры расчета.
42. Радиация как особый вид загрязнения окружающей среды. Виды ионизирующих излучений. Единицы дозиметрии.
43. Понятие о радиоактивности. Влияние радиации на живые организмы. Методы утилизации радиоактивных отходов.
44. Парниковый эффект и возможность глобальных изменений климата.
45. Киотский протокол. РИО+20.

46. Кислотные осадки и их влияние на сферы природной деятельности.

47. Опасность нарушения озонового слоя, механизм его разрушения, меры по предотвращению его истощения. Монреальское соглашение.

48. Явление «Лондонский смог» и «Лос-Анджелесский смог» (фотохимический). Экологические последствия воздействия смога на окружающую среду.

49. Эвтрофикация водоёмов. Биологическая потребность в кислороде (БПК₅).

50. Нефтяное загрязнение, его влияние на морские экосистемы.

51. Тяжёлые металлы и пластмасса в море. Их влияние на живые организмы.

52. Способы очистки сточных вод и основные приемы в процессе очистки.

53. Проблема питьевой воды на Земле. Нормативы качества питьевой воды. Методы очистки и обеззараживания питьевой воды.

54. Литосфера, географическое строение. Земная кора, как источник минерального сырья. Виды полезных ископаемых.

55. Нарушение земной поверхности, причины и последствия. Виды рекультивации нарушенных земель, направления рекультивации.

56. Почва как компонент биосферы. Гумус и его образование. Пять основных факторов почвообразования.

57. Виды почвенного загрязнения. Методы борьбы с потерей почв.

58. Деградация почв, факторы деградации. Опустынивание.

59. Проблема сохранения лесов. Экологическое значение леса.

60. Нарушение биоразнообразия в биосфере. Красная книга. Понятие о государственном природно-заповедном фонде. Типы особо охраняемых природных территорий, их функции.

61. Понятие «ресурсосберегающие технологии», основные принципы рационального природопользования.

62. Альтернативные источники энергии: классификация и сравнение с традиционными источниками энергии.

63. Устойчивое развитие: концепция, принципы, цели.

64. Природные ресурсы и их классификация. Кадастры природных ресурсов.

65. Экологический подход в использовании топливно-энергетических и водных ресурсов.

66. Экологическая стандартизация и паспортизация.
67. Экологическая экспертиза. Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС). Экологический аудит.
68. Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды.
69. Глобальные проблемы человечества: демографический взрыв, сокращение пахотных угодий, голод.
70. Виды отходов, способы их утилизации.
71. Экологические и экономические преимущества переработки и повторного использования материалов. Проблема пластиковых материалов.
72. Безотходные технологии – задачи и проблемы.
73. Переработка радиоактивных отходов в России и за рубежом.
74. Климатические и экологические последствия возможного применения ядерного оружия.
75. Задача сохранения генофонда живого населения планеты.
76. Изменения видового и популяционного состава фауны и флоры, вызванные деятельностью человека. Нарушение биогеографических границ.
77. Интродукция – преднамеренная и случайная, ее последствия.
78. Биосферные заповедники и другие охраняемые территории. Специфическая ресурсная значимость охраняемых территорий.
79. Урбанизация и ее влияние на биосферу.
80. Экологическая политика. Экологическое движение.
81. Формирование экологической культуры. Основы экологической этики.
82. Добыча полезных ископаемых в Балтийском море и природоохранные мероприятия.
83. Эвтрофикация Балтийского моря.
84. Безотходные технологии, решение проблем утилизации бытовых отходов в Калининградской области
85. Экологические проблемы Арктики и пути их решения.
86. Классификация загрязнения океана с морских судов. Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов МАРПОЛ-73/78.
87. Основные международные требования, регламентирующие защиту морской среды от загрязнения: МК ПДНВ, МАРПОЛ-73/78, ХЕЛКОМ 92, МК о гражданской ответственности за ущерб от загряз-

нения нефтью 1992 г., МК морской перевозки опасных грузов; МК по контролю за вредными противообрастающими системами 2001 г.; МК по контролю и управлению судовыми балластными водами и осадками, 2004 г.

88. Нормативные требования к эксплуатационным (преднамеренным) сбросам нефтесодержащих вод. Условия сброса, исключения.

89. Определение, условия сброса и операции с вредными жидкими веществами, перевозимыми наливом и в упаковке.

90. Условия сброса сточных вод и мусора с судна, исключения.

91. Цель и назначение судового плана чрезвычайных мер по борьбе с загрязнением нефтью и (или) вредными веществами.

92. Цель и назначение судового плана операций с мусором.

93. Ответственность за нарушение правил по предотвращению загрязнения с судов.

94. Национальные и международные требования по предотвращению загрязнения морской окружающей среды.

95. Меры по предотвращению загрязнения морской среды мусором. Требования к установкам для сбора, обработки и утилизации мусора на судах.

96. Меры по предотвращению загрязнения морской среды нефтью и нефтесодержащими водами с судов. Требования к оснащению судов техническими средствами по предотвращению загрязнения морской среды нефтью.

97. Меры по предотвращению загрязнения морской среды сточными водами с судов. Требования к оснащению судов установками обработки сточных вод и хозяйственно-бытовых вод.

98. Меры по предотвращению загрязнения атмосферного воздуха с судов.

99. Экологические риски использования противообрастающих покрытий судов.

100. Методы утилизации разливов нефти в порту и в открытом море. Сорбенты и диспергенты.

РЕКОМЕНДАЦИИ И ТРЕБОВАНИЯ ПО ОФОРМЛЕНИЮ РЕФЕРАТА

Цель написания реферата – глубокая проработка актуальных вопросов и проблем, касающихся дисциплины «Экология», получение обучаемыми практических навыков при прохождении научной практики на 3 курсе обучения, а также для подготовки выпускной квалификационной работы (ВКР).

Работа по выбранной теме выполняется на стандартных листах в печатном виде. Объем работы должен составлять 15-20 страниц. Текст сопровождается графическими материалами (рисунками, схемами, графиками, таблицами) с обязательными ссылками на них в тексте работы (в виде квадратных скобок).

Реферат включает:

- титульный лист (см. образец);
- содержание;
- введение (актуальность, цель, 2-3 задачи);
- основная часть (раскрываются поставленные задачи);
- заключение с выводами (сколько поставлено задач во введении, столько же выводов должно быть в заключении);
- список используемых источников (в алфавитном порядке);
- приложения (если в них есть необходимость).

Обучаемые должны выбрать тему реферата из предложенного списка. **Тема реферата выбирается по последним двум цифрам курсантского билета или зачетной книжки.** Номер темы реферата отмечается в журнале преподавателя. Допускается рассмотрение собственной темы при условии согласования её с преподавателем. Желание изменения темы обучаемым должно быть обосновано. При этом уточняются целевые установки, задачи и вопросы, раскрываемые в реферате.

При подготовке к написанию реферата следует использовать основную и дополнительную литературу, современные данные. При этом допускается возможность использования материала, представленного из ресурсов Интернета. Приветствуется использование материала, взятого с реальных мест событий.

Срок представления реферата – за две недели до начала зачетной недели. Рекомендуется самостоятельно проверить реферат на антиплагиат. После проверки реферата преподаватель выставляет оцен-

ку на титульном листе (реферат и фото титульного листа обучаемый должен внести в свое электронное портфолио).

Требования, предъявляемые к реферату:

- объем: до 20 страниц формата А4, ориентация книжная;
- редактор: Microsoft Word;
- размер шрифта: 14 пт;
- поля: верхнее – 2 см, нижнее – 2 см, левое – 3 см, правое – 1,5 см (рис. 29);
- нумерация страниц: внизу, по центру;
- выравнивание текста: по ширине;
- шрифт: Times New Roman;
- интервал: перед – 0 пт, после – 0 пт, междустрочный – полуторный,
- отступ: перед – 0 пт, после – 0 пт, первая строка – 1,25 пт (рис. 29);
- подписи: таблицы – над таблицами, рисунки – под рисунками;
- ссылки на литературу: в тексте указывать арабскими цифрами в квадратных скобках. Например, на одну работу – [1]; на несколько работ – [3; 5; 7-10];
- список использованных источников (библиографический список): приводится в конце реферата в алфавитном порядке.

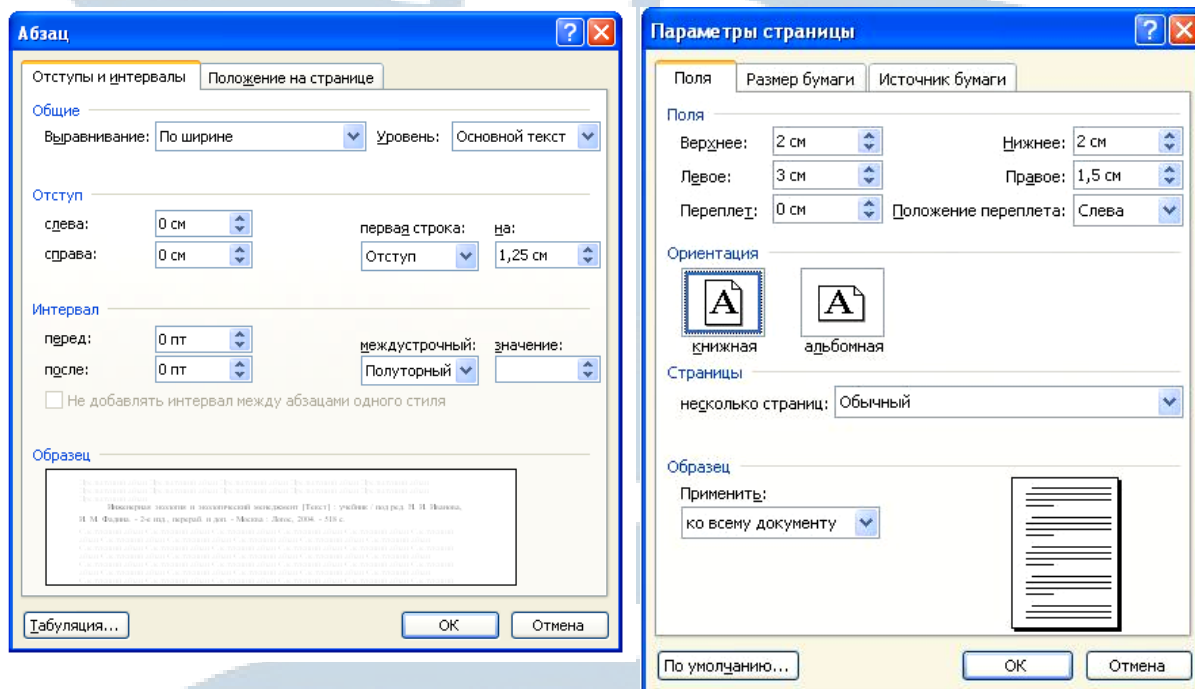


Рис. 29. Требования к оформлению реферата

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА РЕФЕРАТА

Федеральное агентство по рыболовству

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»

Балтийская государственная академия рыбопромыслового флота

Судоводительский факультет

Кафедра безопасности мореплавания

Реферат по дисциплине «Экология»

на тему: « _____ »

Выполнил:
курсант уч. гр. С-11
Иванов И.И.

Проверил:
канд. геогр. наук, доцент
Рагулина И.Р.

« ____ » _____ 20__ г.

Калининград

20__ г.

БГАРФ



ВОПРОСЫ К КОЛЛОКВИУМУ

1. Определение экологии как науки. Разделы биоэкологии (аутэкология, демэкология, синэкология).
2. Определение: экосистема, вид, популяция, сообщество (биоценоз), биотоп.
3. Категории организмов в экосистеме (продуценты, консументы, редуценты) и их роль в круговороте веществ.
4. Биогеоценоз, его состав.
5. Пищевые цепи. Трофические уровни. (Фитофаги, зоофаги, детритофаги, сапрофаги и пр.)
6. Автотрофы. Гетеротрофы.
7. Взаимоотношения организмов в экосистемах (симбиоз, мутуализм, комменсализм, хищничество, паразитизм, аменсализм, нейтрализм).
8. Сукцессии. Первичная и вторичная сукцессии. Примеры. Климаксовая экосистема.
9. Экологическая ниша. Закон конкурентного исключения.
10. Экологические пирамиды и их виды, правило пирамид (закон Линдемана).
11. Экологические факторы, их виды и характеристики. Лимитирующие факторы.
12. Биогенные элементы, как экологический фактор. Эвтрофикация.
13. Экологическое значение температуры (примеры адаптации).
14. Экологическое значение света (примеры адаптации).
15. Экологическое значение воды (примеры адаптации).
16. Понятие биосферы, состав и ее границы. Геохимические принципы биосферы по Вернадскому В.И.
17. Основные свойства биосферы. Гомеостаз.
18. Основные свойства и функции живого вещества в биосфере.
19. Круговороты веществ в биосфере (воды, углекислого газа, азота и фосфора).
20. Основные экологические законы (лимитирующие факторы, закон минимума, закон толерантности, законы адаптации, законы Коммонера Б.).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Акимова Т.В. Экология. Человек – Экономика – Биота – Среда. Учебник / Т.А. Акимова, В.В. Хаскин. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012. – 495 с.
2. Биология. Общая биология / Д.К. Беляев, П.М. Бородин, Н.Н. Воронцов и др.; под ред. Д.К. Беляева. Г.М. Дымшица. – М.: Просвещение, 2005. – 296 с.
3. Валова (Копылова) В.Д., Зверев О.М. Экология. Учебник. – М.: Издательско-торговая корпорация «Дашков и К^о», 2018. – 376 с.
4. Вронский В.А. Прикладная экология: учебное пособие. – Ростов-н/Д.: Изд-во «Феникс», 1996. – 512 с.
5. ГН 2.1.5.1315-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования». Постановление Министерства здравоохранения РФ от 30.04.2003 года № 78 (с изм. на 13.07. 2017 г.).
6. ГН 2.1.6.3492-17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений». Постановление от 22 декабря 2017 года № 165 (с изм. на 31.05.2018 г.).
7. Гурьев В.Г. Судовые загрязнители, нормативные требования по предотвращению загрязнения окружающей среды. – Калининград: Изд-во БГАРФ, 2011. – 248 с.
8. Десять главных загрязнителей // Курьер ЮНЕСКО (1), январь 1973 года. – С. 27.
9. Доклад об экологической обстановке в Калининградской области в 2010 году. – Калининград, 2011. – 185 с.
10. Доклады об экологической обстановке в Калининградской области за 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018 годы. [Электронный ресурс] URL: http://www.ecatk.ru/index.php?Itemid=80&id=60&option=com_content&view=category/ Доклад об экологической обстановке в Калининграде (дата обращения: 20.03.2020).
11. Инженерная экология и экологический менеджмент: учебник / под ред. Н.И. Иванова, И.М. Фаина. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Логос, 2004. – 518 с.
12. Коробкин В.И. Экология. Учебник для вузов / В.И. Коробкин, Л.В. Передельский. Изд. 10-е. – Ростов н/Д: Феникс, 2006. – 576 с.
13. Краснов Е.В., Романчук А.Ю. Основы природопользования: учеб. пособие. – Калининград: Изд-во РГУ им. И. Канта, 2009. – 190 с.

14. Латухов С.В., Соляков О.В., Химич П.Г. Экологическая безопасность судоходства: учебник. – СПб.: ГУМРФ им. адмирала С.О. Макарова, 2013. – 152 с.

15. Марфенин Н.Н. Устойчивое развитие человечества: учебник. – М.: Изд-во МГУ, 2006. – 624 с.

16. Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов 1973 года, измененная протоколом 1978 года к ней (МАРПОЛ-73/78) = International Convention for Prevention of Pollution from Ships, 1973, as Modified by the Protocol of 1978 relating there to (MARPOL-73/78): в 3 кн. / ЦНИИМФ. – СПб.: АО «ЦНИИМФ». Кн. 1, Кн. 2. – Введ. с поправками на 01.11.2016 года. – 2017. – 824 с.

17. Международная Конвенция по предотвращению загрязнения с судов 1973 года, измененная протоколом 1978 года к ней (МАРПОЛ-73/78) = International Convention for Prevention of Pollution from Ships, 1973, as Modified by the Protocol of 1978 relating there to (MARPOL-73/78): в 3 кн. / ЦНИИМФ. – СПб.: АО ЦНИИМФ. Кн. 3. – Введ. с поправками на 01.01.2017 года. – 2017. – 412 с.

18. Небел Б. Наука об окружающей среде. Как устроен мир. В 2 т. – М.: Мир, 1993. – 336 с.

19. Николайкин Н.И. Экология: учеб. для вузов / Н.И. Николайкин, Н.Е. Николайкина, О.П. Мелехова. – М.: Дрофа, 2005. – 622 с.

20. Одум Ю. Экология / под ред. В.Е. Соколова. В 2-х т. – М.: Мир, 1986.

21. Опекунов А.Ю. Теория и практика экологического нормирования в России / А.Ю. Опекунов., А.Г. Ганул – СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского государственного университета, 2014. – 332 с.

22. ПДНВ. Международная конвенция о Подготовке и дипломировании моряков и несении вахты. Включает Манильские поправки 2010 года: юридический документ / Международная морская организация. – Сводное издание Конвенции ПДНВ 2017 года. – Лондон: Издательство ИМО, 2017. – 418 с.

23. Постановление Правительства РФ от 03.03.2017 г. № 255 (ред. от 29.06.2018 г.) «Об исчислении и взимании платы за негативное воздействие на окружающую среду» (вместе с «Правилами исчисления и взимания платы за негативное воздействие на окружающую среду») (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.01.2019 г.).

24. Постановление Правительства РФ от 13.09.2016 г. № 913 (с изм. от 24.01.2020 г. № 39) «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду и дополнительных коэффициентах».

25. Постановление Правительства РФ от 29.06.2018 г. № 758 (ред. от 16.02.2019 г.) «О ставках платы за негативное воздействие на окружающую среду при размещении твердых коммунальных отходов IV класса опасности (малоопасные) и внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации».

26. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» от 13.12.2016 г. № 552 (с изм. на 12.10.2018 г.).

27. Разливы нефти. Проблемы, связанные с ликвидацией последствий разливов нефти в арктических морях. Отчет Всемирного фонда дикой природы (WWF). Опубликовано в октябре 2007 года Международной арктической программой Всемирного фонда дикой природы, Осло, Норвегия. – 35 с.

28. Распоряжение Правительства РФ от 08.07.2015 г. № 1316-р (ред. от 10.05.2019 г.) «Об утверждении перечня загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды».

29. Реймерс Н.Ф. Природопользование: Словарь-справочник. – М.: Мысль, 1990. – 637 с.

30. СанПиН 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009».

31. Технология обеспечения экологической безопасности: монография / С.В. Латухов, О.В. Соляков, В.А. Никитин, В.Н. Окунев, С.В. Титов, В.В. Якунчиков, И.М. Данцевич, А.А. Романенко, Н.В. Першин; под ред. д-ра геогр. наук, проф. С.В. Латухова. – СПб: Изд-во МАНЭБ, 2019. – 156 с.

32. Циркуляционное письмо ИМО № 2922 от 21 ноября 2008 г. «GO TO SEA!».

33. Федеральный закон «О внесении изменений в ФЗ «Об охране окружающей среды» и отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 21.11.2011 г. № 331-ФЗ (с изм. на 30.12.2015 г.).

34. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ (ред. от 27.12.2018 г.).

35. Экология. Сборник задач, упражнений и примеров: учеб. пособие для вузов / Н.А. Бродская, О.Г. Воробьев, А.Н. Маковский и др.; под ред. О.Г. Воробьева и Н.И. Николайкина. – М.: Дрофа, 2006. – 508 с.



ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица П.1.1

Предельно допустимые концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов, мг/м³

Вещество	Лимитирующий показатель вредности	ПДК для населения		Класс опасности
		Максимально разовые	Средне-суточные	
Азота диоксид	рефл.-рез.	0,2	0,04	3
Азота оксид	рефл.	0,4	0,06	3
Аммиак	рефл.-рез.	0,20	0,04	4
Ацетон	рефл.	0,35	–	4
Бенз(а)пирен	рез.	–	$1,0 \cdot 10^{-6}$	1
Бензин нефтяной	рефл.-рез.	5,0	1,5	4
Бензин сланцевый	рефл.	0,05	–	4
Бензол	рез.	0,3	0,1	2
Взвешенные вещества	рез.	0,5	0,15	3
Водород хлористый	–	0,2	0,2	2
Диоксид серы	рефл.-рез.	0,5	0,05	3
Железо оксид	рез.	–	0,04	3
Железо сульфат	рез.	–	0,007	3
Кальций карбонат	рез.	0,5	0,15	3
Кислота азотная	рефл.-рез.	0,4	0,15	2
Кислота серная	рефл.-рез.	0,3	0,1	2
Магний оксид	рез.	0,4	0,05	3
Никель	рез.	–	0,001	2
Озон	рез.	0,16	0,03	1
Пыль неорганическая	рез.	0,15	0,05	3
Сероводород	–	0,008	–	2
Сероуглерод	рефл.-рез.	0,03	0,005	2
Соединения ртути	рез.	–	0,0003	1
Углеводороды (по бензину)	–	5,00	1,50	3
Углерода оксид (угарный газ)	рез.	5,0	3,0	4
Фенол	рефл.	0,01	0,003	2

Вещество	Лимитирующий показатель вредности	ПДК для населения		Класс опасности
		Максимально разовые	Средне-суточные	
Формальдегид	рефл.-рез.	0,05	0,01	2
Фтороводород	рефл.-рез.	0,02	0,005	2
Хлор	рефл.-рез.	0,10	0,03	2

1. При совместном присутствии в атмосферном воздухе нескольких веществ, обладающих суммацией действия (табл. П.1.2), сумма концентраций не должна превышать 1 (единицы) при расчете по формуле (П.1):

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} < 1, \quad (П.1)$$

где C_1, C_2, \dots, C_n – фактические концентрации веществ в атмосферном воздухе; $ПДК_1, ПДК_2, \dots, ПДК_n$ – предельно допустимые концентрации тех же веществ в атмосферном воздухе среды обитания человека, мг/м³.

2. При совместном присутствии в атмосферном воздухе азот диоксид и сера диоксид обладают частичной суммацией действия, сумма их концентраций не должна превышать 1,6 при расчете по формуле (П.2):

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} < 1,6. \quad (П.2)$$

3. При совместном присутствии в атмосферном воздухе фтористый водород и сера диоксид обладают частичной суммацией действия, сумма их концентраций не должна превышать 1,8 при расчете по формуле (П.3):

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} < 1,8. \quad (П.3)$$

Лимитирующий показатель вредности характеризует направленность биологического действия вещества: рефлекторное (рефл.), резорбтивное (рез.) и санитарно-гигиеническое (с.-гиг.).

Под **рефлекторным** действием понимается реакция со стороны рецепторов верхних дыхательных путей: ощущение запаха, раздражение слизистых оболочек, задержка дыхания и т. д. Указанные эффекты возникают при кратковременном воздействии вредных веществ, поэтому рефлекторное действие лежит в основе установления ПДК_{м.р.}

Под **резорбтивным** действием понимают возможность развития общетоксических, гонадотоксических, эмбриотоксических, мутагенных, канцерогенных и других эффектов, возникновение которых зависит не только от концентрации вещества в воздухе, но и от длительности его вдыхания. С целью предупреждения развития резорбтивного действия устанавливается ПДК_{с.с.}

Для некоторых веществ (красители), не оказывающих рефлекторного и/или резорбтивного действия, но способных при оседании из воздуха придавать объектам окружающей среды (например, снегу) необычную окраску, тем самым, создавая у человека ощущение опасности или дискомфорта, в качестве лимитирующего используется **санитарно-гигиенический показатель вредности**.

Таблица П.1.2

Эффект суммации веществ в атмосферном воздухе [6]

Наименование веществ
Аммиак, сероводород
Аммиак, сероводород, формальдегид
Аммиак, формальдегид
Азота диоксид и оксид, мазутная зола, серы диоксид
Азота диоксид, гексан, углерода оксид, формальдегид
Азота диоксид, гексен, серы диоксид, углерода оксид
Азота диоксид, серы диоксид, углерода оксид, фенол
Ацетон, акролеин, фталевый ангидрид
Ацетон, трикрезол, фенол
Ацетон, фенол
Ацетон, ацетофенон
Ацетон, фурфурол, формальдегид и фенол
Бензол и ацетофенон
Озон, двуокись азота и формальдегид
Пропионовая кислота и пропионовый альдегид
Свинца оксид, серы диоксид
Сероводород, формальдегид

Наименование веществ
Серноокислые медь, кобальт, никель, серы диоксид
Серы диоксид, углерода оксид, фенол и пыль конверторного производства
Серы диоксид, фенол
Серы диоксид и трехокись серы, аммиак и окислы азота
Серы диоксид, кислота серная
Серы диоксид, никель металлический
Серы диоксид, сероводород
Серы диоксид и фтороводород
Сильные минеральные кислоты (серная, соляная и азотная)
Углерода оксид и пыль цементного производства
Уксусная кислота и уксусный ангидрид
Фенол, ацетофенон
Фурфурол, метиловый и этиловый спирты
Циклогексан и бензол
Этилен, пропилен, бутилен и амилен
Уксусная кислота, фенол, этилацетат

Задание

1. Оцените качество воздуха, учитывая эффект суммации, если известно, что в воздухе одновременно присутствуют пары **фенола** концентрацией $0,0018 \text{ мг/м}^3$ и **ацетона** концентрацией $0,165 \text{ мг/м}^3$.

2. Оцените качество воздуха, учитывая эффект суммации, если известно, что в воздухе одновременно присутствуют **озон** концентрацией $0,0091 \text{ мг/м}^3$, **диоксида азота** концентрацией $0,012 \text{ мг/м}^3$, **формальдегид** концентрацией $0,0015 \text{ мг/м}^3$.

3. Оцените качество воздуха, учитывая эффект суммации, если известно, что в воздухе одновременно присутствуют **диоксид серы** концентрацией $0,021 \text{ мг/м}^3$ и аэрозоль **серной кислоты** концентрацией $0,06 \text{ мг/м}^3$.

4. Оцените качество воздуха, учитывая эффект суммации, если известно, что в воздухе одновременно присутствуют **диоксид серы** концентрацией $0,032 \text{ мг/м}^3$ и **никель металлический** концентрацией $0,09 \text{ мкг/м}^3$.

5. Оцените качество воздуха, учитывая эффект суммации, если известно, что в воздухе одновременно присутствуют **диоксид серы** концентрацией $0,041 \text{ мг/м}^3$ и **сероуглерод** концентрацией $1,2 \text{ мкг/м}^3$.

6. Оцените качество воздуха, учитывая эффект суммации, если известно, что в воздухе одновременно присутствуют **диоксид серы** концентрацией 0,022 мг/м³ и **диоксид азота** концентрацией 0,028 мг/м³.

7. Оцените качество воздуха, учитывая эффект суммации, если известно, что в воздухе одновременно присутствуют **диоксид серы** концентрацией 0,011 мг/м³, **оксид углерода** концентрацией 0,92 мг/м³, **диоксид азота** концентрацией 0,022 мг/м³ и **фенол** концентрацией 1,0 мкг/м³.

8. Оцените качество воздуха, учитывая эффект суммации, если известно, что в воздухе одновременно присутствуют **диоксид серы** концентрацией 0,033 мг/м³ и **фтороводород** концентрацией 2,2 мкг/м³.

9. Оцените качество воздуха, учитывая эффект суммации, если известно, что в воздухе одновременно присутствуют пары **азотной кислоты** концентрацией 0,11 мг/м³ и **серной кислоты** концентрацией 0,11 мг/м³.

10. Оцените качество воздуха, учитывая эффект суммации, если известно, что в воздухе одновременно присутствуют **ацетон** концентрацией 0,20 мг/м³, **сероводород** концентрацией 0,006 мг/м³, **фенол** концентрацией 0,007 мг/м³ и **формальдегид** концентрацией 0,018 мг/м³.

Пример выполнения задания

Оцените качество воздуха, учитывая эффект суммации, если известно, что в воздухе одновременно присутствуют пары бензина концентрацией 1,05 мг/м³ и угарного газа концентрацией 1,5 мг/м³.

Для того чтобы оценить количество воздуха, необходимо знать среднесуточные ПДК и ЛПВ данных вредных веществ. Согласно табл. П.2 для бензина (нефтяного) ПДК_{бензин}=1,5 мг/м³, для угарного газа ПДК_{оксид углерода}=5,0 мг/м³. Оба вещества имеют органолептический лимитирующий показатель вредности (ЛПВ), следовательно, обладают эффектом суммации. Качество воздуха оценим по известной формуле (П.1).

$$\frac{C_1}{ПДК_1} + \frac{C_2}{ПДК_2} + \dots + \frac{C_n}{ПДК_n} < 1,$$
$$\frac{C_{\text{бензин}}}{ПДК_{\text{бензин}}} + \frac{C_{\text{оксидуглерода}}}{ПДК_{\text{оксидуглерода}}} = \frac{1,05}{1,5} + \frac{1,5}{3,0} = 0,7 + 0,5 = 1,2.$$

Так как условия неравенства не соблюдаются, следовательно, качество воздуха неудовлетворительно и опасно для здоровья человека.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица П.2

Значения ПДК веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого (ПДКв), рыбохозяйственного пользования (ПДКвр) и их лимитирующие показатели вредности (ЛПВ) [5; 26]:

общ. – общесанитарный, токс. – токсикологический,
орг. – органолептический, сан.-токс. – санитарно-токсикологический,
зап. – запах, мутн. – мутность, привк. – привкус, пл. – плавающие,

Вещество	ПДКв, мг/л	ЛПВ	ПДКвр, мг/л	ЛПВ	Класс опасности
Алюминий (Al ³⁺)	0,2	орг.мутн.	0,04	токс.	3/4
Аммиак (по азоту), NH ₃	1,5	орг.зап.	0,05	токс.	4
Анилин (C ₆ H ₇ N)	0,1	–	0,0001	токс.	2
Ацетальдегид (C ₂ H ₄ O)	0,2	орг.зап.	0,25	орг.	4
Ацетон (C ₃ H ₆ O)	2,2	общ.	0,05	токс.	3
Барий (Ba)	0,7	сан.-токс.	0,74	токс.	2/4
Бензин	0,1	орг.зап.	–		3
Бензол (C ₆ H ₆)	–	–	0,5	токс.	4
Бор (аморфный, B ⁻)	0,5	сан.-токс.	0,1	токс.	2/4
Бром (Br)	0,2	сан.-токс.	–	–	2
Ванадий (V)	0,1	сан.-токс.	0,001	токс.	3
ДДТ (дихлордифенилтри-хлорэтан, C ₁₄ H ₉ Cl ₅)	0,1	сан.-токс.	0,00001	токс.	2/1
Железо (Fe)	0,3	орг.окр.	0,1	токс.	3/4
Кадмий (Cd)	0,001	сан.-токс.	0,005	токс.	2
Керосин (технический)	0,01	орг.зап.	–	–	4
Кобальт (Co)	0,1	сан.-токс.	0,01	токс.	2/3
Кремний (Si ⁴⁺)	10	сан.-токс.	–	–	2
Магний (Mg ²⁺)	50	орг.привк.	40	сан.-	3/4
Марганец (Mn ²⁺)	0,1	орг.окр.	0,01	сан.-	3/4
Медь (Cu)	1,0	орг.привк.	0,001	токс.	3
Молибден (Mo ⁺⁶)	0,25	сан.-токс.	0,001	токс.	2
Мышьяк (As)	0,01	сан.-токс.	0,05	токс.	1/3
Нафталин (C ₁₀ H ₁₈)	0,01	орг.зап.	0,004	токс.	4/3
Нефть, нефтепродукты	0,3	орг.пл.	0,05	рыб.-хоз. зап.	4/3
Нефть многосернистая	0,1	орг.пл	–	–	4

Вещество	ПДКв, мг/л	ЛПВ	ПДКвр, мг/л	ЛПВ	Класс опасности
Никель (Ni ²⁺)	0,02	сан.-токс.	0,01	токс.	2/3
Нитрат-анион (NO ₃ ⁻) (азот нитратов)	–	–	9,0	токс.	4
Нитрит-анион (NO ₂ ⁻) (азот нитритов)	–	–	0,02	токс.	4
Нитраты (по NO ₃ ⁻)	45	сан.-токс.	40	токс.	3
Нитриты (по NO ₂ ⁻)	3,3	сан.-токс.	0,08	токс.	2
Нитробензол (C ₆ H ₅ NO ₂)	0,2	сан.-токс.	0,01	токс.	3
Ртуть (Hg)	0,0005	сан.-токс.	0,00001	токс.	1
Свинец (Pb)	0,01	сан.-токс.	0,006	токс.	2
Селен (Se ²⁺)	0,01	сан.-токс.	0,002	токс.	2
Сероуглерод (CS ₂)	1,0	орг.зап.	1,0	токс.	3
Скипидар	0,2	орг.зап.	0,2	сан.-	4
Спирт метиловый (CH ₄ O)	3,0	сан.-токс.	0,1	сан.-	2
Стронций (Sr ²⁺)	7,0	сан.-токс.	0,4	токс.	2/3
Сульфаты (SO ₄ ²⁻)	500	орг.привк.	100	сан.-	4/3
Сурьма	0,005	сан.-токс.	–	–	2
Фенол (C ₆ H ₆ O)	0,001	сан.-токс.	0,001	рыб.-	3
Формальдегид (CH ₂ O)	0,05	сан.-токс.	–	–	2
Фосфаты (PO ₄)	3,5	сан.	0,05	сан.	3
Фосфор (P)	0,0001	сан.-токс.	0,00001	сан.	1
Фтор (F)	1,5	сан.-токс.	–	–	2
Хлориды (Cl ⁻)	350	орг.привк.	300	сан.-	4
Хром (Cr ³⁺)	0,5	сан.-токс.	0,07	сан.-	3
Хром (Cr ⁶⁺)	0,05	сан.-токс.	0,02	токс.	3
Цианиды (CN ⁻)	0,035	сан.-токс.	0,05	токс.	2/3
Цинк (Zn)	1,0	общ.	0,01	токс.	3

Задание

1. Оцените качество воды в водоеме хозяйственно-бытового назначения, если известно, что проба воды содержит **аммиак** концентрацией 0,9 мг/л и **скипидар** концентрацией 0,042 мг/л.

2. Оцените качество воды в водоеме хозяйственно-бытового назначения, если известно, что проба воды содержит **ацетон** концентрацией 0,041 мг/л и **формальдегид** концентрацией 0,0099 г/м³.

3. Оцените качество воды в водоеме хозяйственно-бытового назначения, если известно, что проба воды содержит **бензол** концентрацией 0,27 г/м³ и **кобальт** концентрацией 3,3 мкг/л.

4. Оцените качество воды в водоеме культурно-бытового назначения, если известно, что проба воды содержит **бром** концентрацией 0,16 мг/л и **мышьяк** концентрацией 9,9 мг/м³.

5. Оцените качество воды в водоеме культурно-бытового назначения, если известно, что проба воды содержит **ДДТ** концентрацией 0,066 мг/л и **мышьяк** концентрацией 0,008 мг/л.

6. Оцените качество воды в водоеме культурно-бытового назначения, если известно, что проба воды содержит **скипидар** концентрации 0,09 мг/л и **нефть многосернистую** концентрацией 0,011 мг/л.

7. Оцените качество воды в водоёме рыбохозяйственного назначения, если известно, что проба воды содержит **аммиак** концентрацией 0,032 мг/л и **бензол** концентрацией 0,318 мг/л.

8. Оцените качество воды в водоеме рыбохозяйственного назначения, если известно, что проба воды содержит **ДДТ** концентрацией 0,001 мг/м³ и **цинк** концентрацией 1,1 мкг/л.

9. Оцените качество воды в водоеме рыбохозяйственного назначения, если известно, что проба воды содержит **кобальт** концентрацией 1,1 мг/м³ и **свинец** концентрацией 0,0003 мг/л.

10. Оцените качество воды в водоеме рыбохозяйственного назначения, если известно, что проба воды содержит **нефть многосернистую** концентрацией 0,032 мг/л и **фенол** концентрацией 0,28 мкг/л.

Пример выполнения задания

Оцените качество природной воды, имеющей хозяйственно-питьевое назначение, если известно, что проба содержит керосин концентрацией 0,0054 мг/л и скипидар концентрацией 0,09 мг/л. Для того чтобы оценить качество воды, необходимо знать ПДК и ЛПВ данных вредных веществ. Согласно табл. П.2 для объекта хозяйственно-питьевого назначения $ПДК_{\text{керосин}} = 0,01 \text{ мг/л}$, $ПДК_{\text{скипидар}} = 0,2 \text{ мг/л}$. Оба вещества имеют органолептический лимитирующий показатель вредности (ЛПВ), следовательно, обладают эффектом суммации. Качество воды оценим по формуле (П.1)

$$\frac{C_{\text{керосин}}}{ПДК_{\text{керосин}}} + \frac{C_{\text{скипидар}}}{ПДК_{\text{скипидар}}} = \frac{0,0054}{0,01} + \frac{0,09}{0,2} = 0,99 < 1.$$

Вывод: так как условия неравенства соблюдаются, следовательно, качество воды удовлетворительно и не опасно для здоровья человека.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Определение степени загрязнения рек Калининградской области. Расчет индекса загрязнения воды (ИЗВ)

Задание

1. По формуле (7.6) (см. Тема 7) рассчитайте ИЗВ для одной из представленных 15 рек Калининградской области: 1) р. Зеленоградка; 2) р. Большая Моряна; 3) р. Западный канал; 4) р. Дейма; 5) р. Матросовка; 6) р. Товарная; 7) р. Промысловая; 8) р. Широкая; 9) р. Мамоновка; 10) р. Прохладная; 11) р. Преголя; 12) р. Граевка; 13) р. Отводной канал; 14) р. Нельма; 15) р. Приморка (Приложение 4).

2. Для расчета используйте данные мониторинга о концентрации загрязняющих веществ в реках для трех сезонов (зима, весна, осень), приведенные на рис. П 3.1-П 3.10 [9]. Значения ПДК для выбранных загрязняющих веществ (БПК₅, растворенный кислород и оставшихся четырех максимально превышающих ПДК веществ) приведены в табл. П.3.

3. Значения концентраций загрязняющих веществ и их ПДК занесите в табл. П.3.

Таблица П.3

№ п/п	Загрязняющее вещество	Зима		Весна		Осень	
		ПДК, мг/л	С, мг/л	ПДК, мг/л	С, мг/л	ПДК, мг/л	С, мг/л
1	Растворенный кислород						
2	БПК ₅						
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							

4. Оцените качество воды по табл. 12.

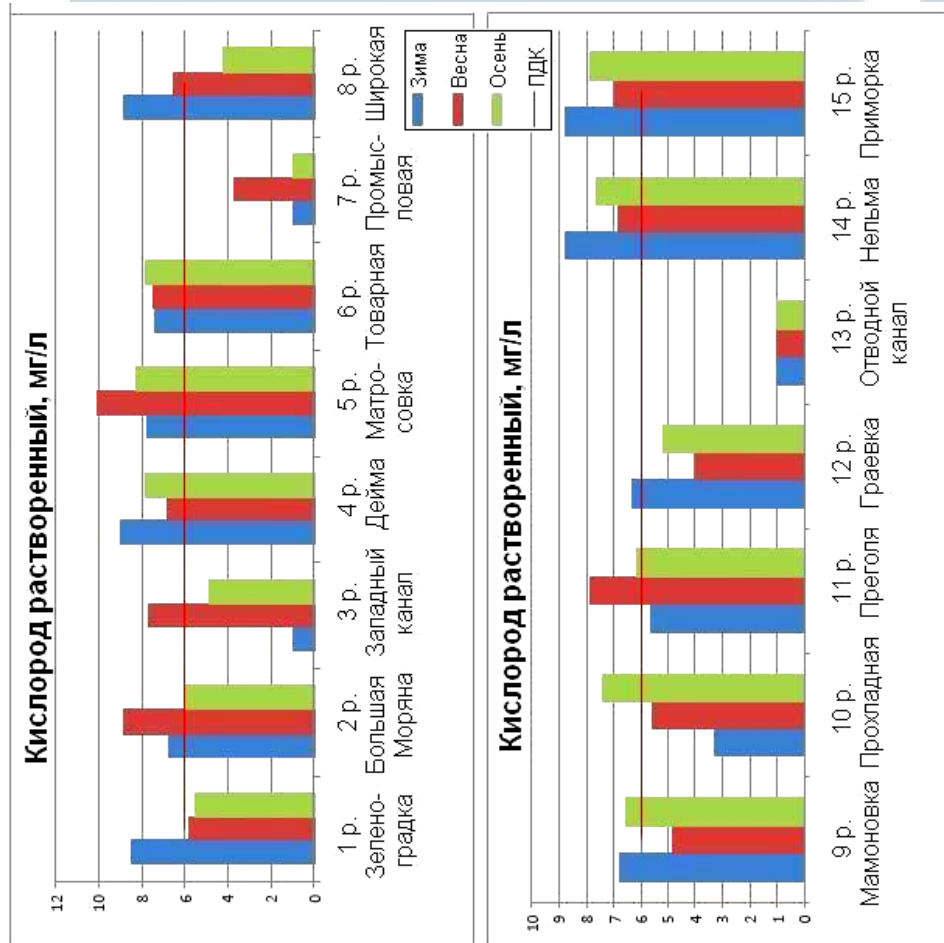


Рис. П 3.1. Содержание кислорода растворенного в реках Калининградской области в 2010 г. [9]

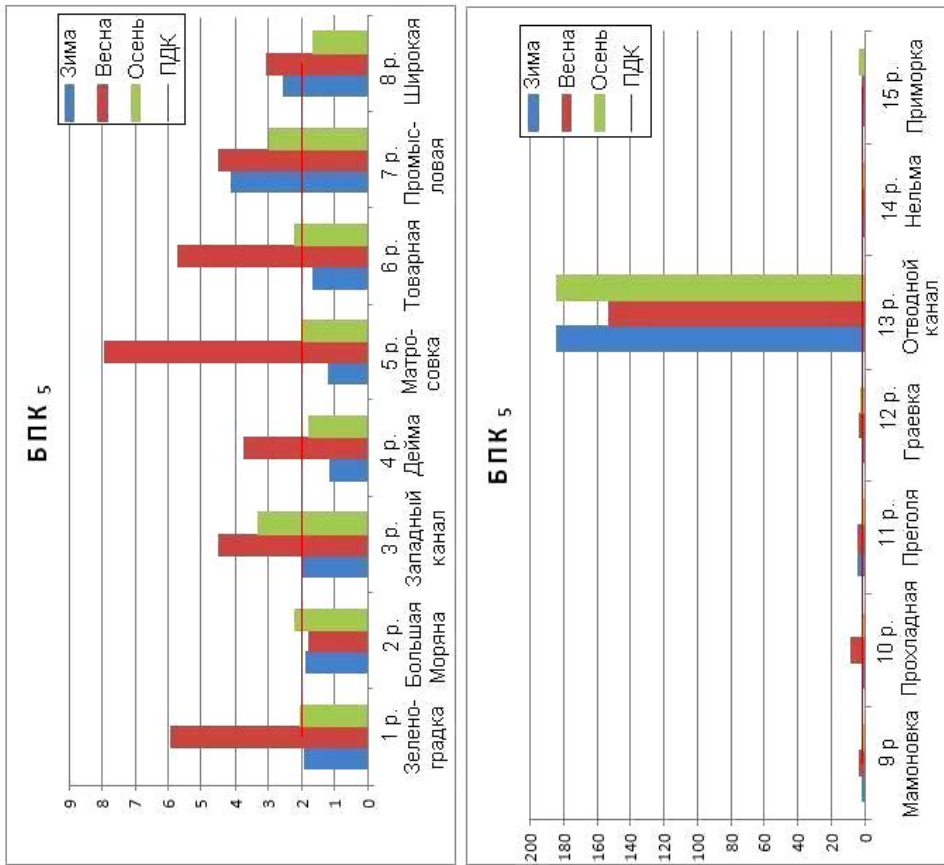


Рис. П 3.2. Содержание БПК5 в реках Калининградской области в 2010 г. [9]

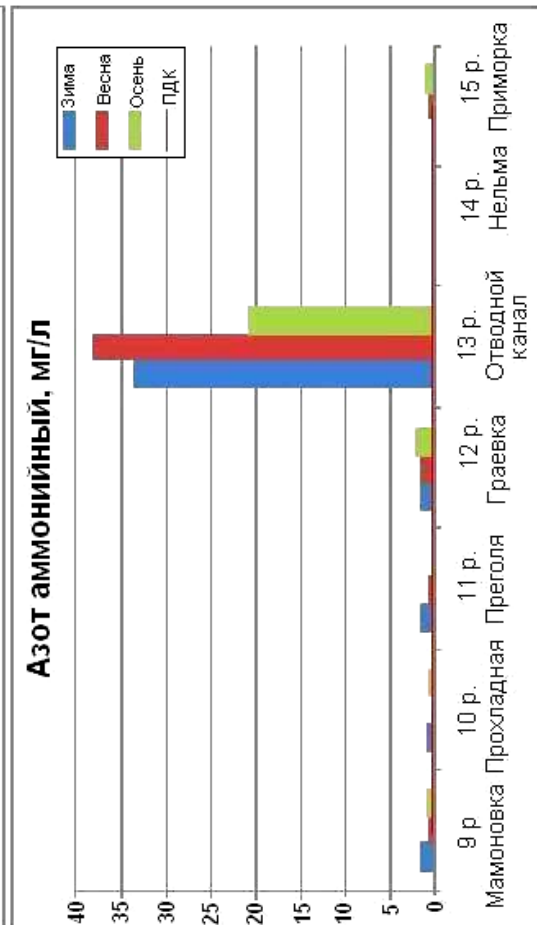
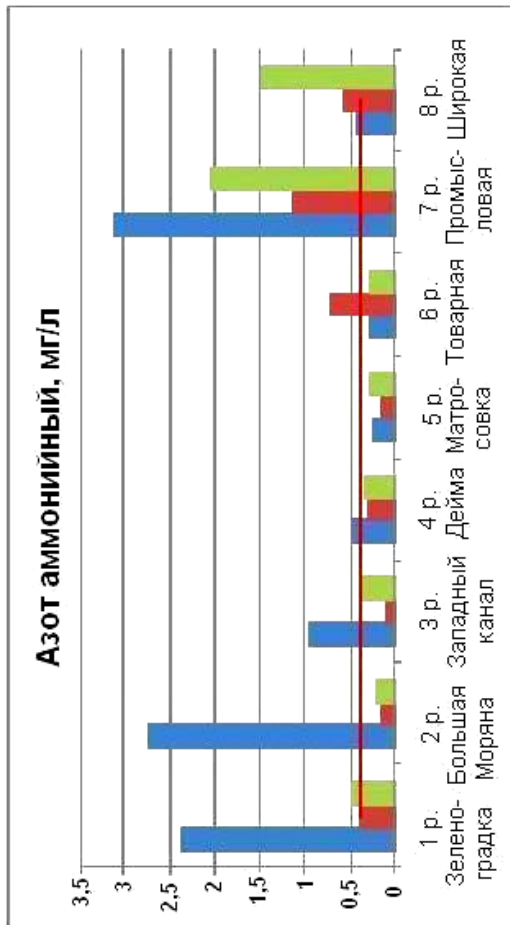


Рис. П 3.3. Содержание азота аммонийного в реках Калининградской области в 2010 г. [9]

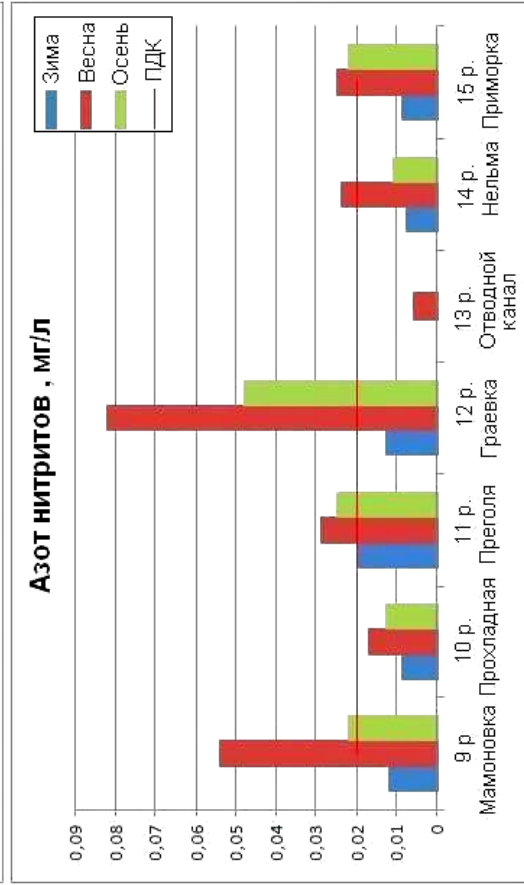
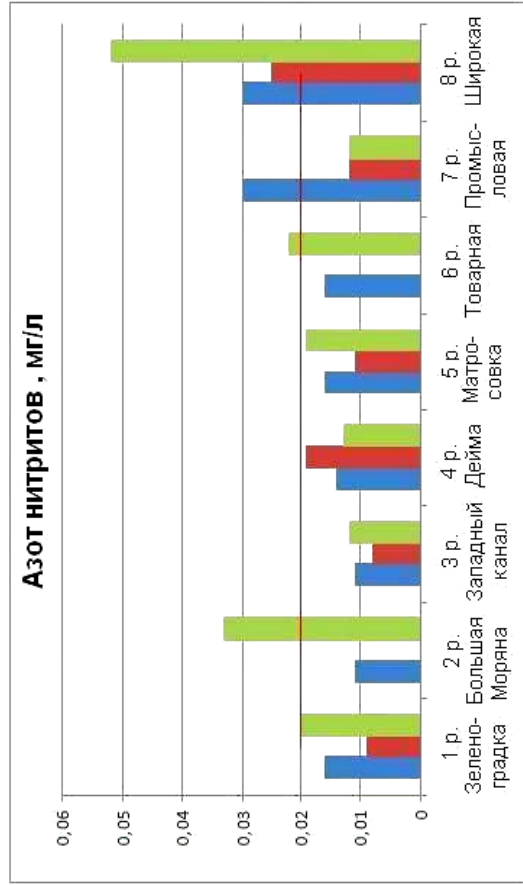


Рис. П 3.4. Содержание азота нитритов в реках Калининградской области в 2010 г. [9]

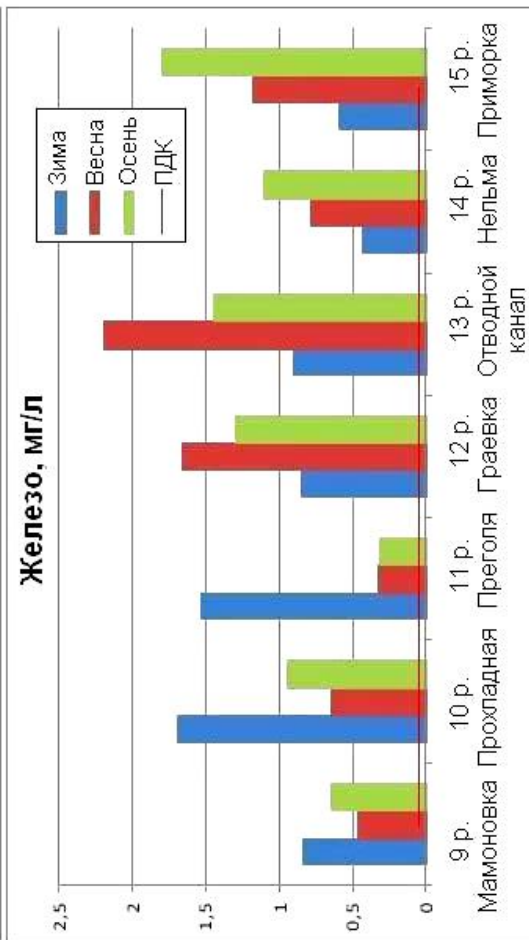
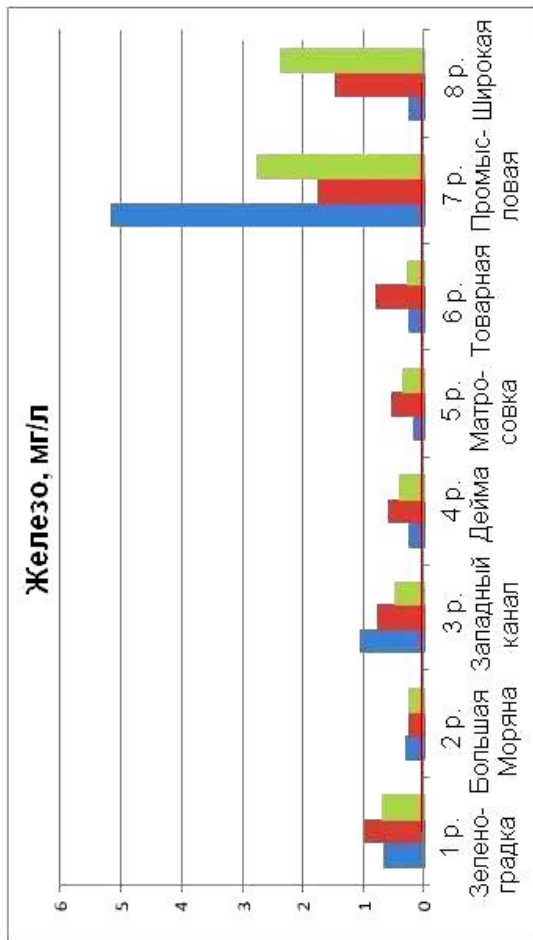


Рис. П 3.5. Содержание железа в реках Калининградской области в 2010 г. [9]

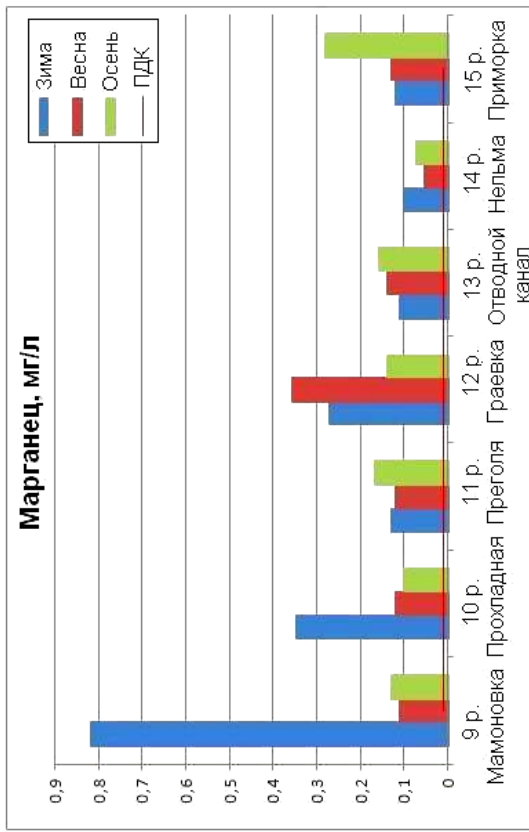
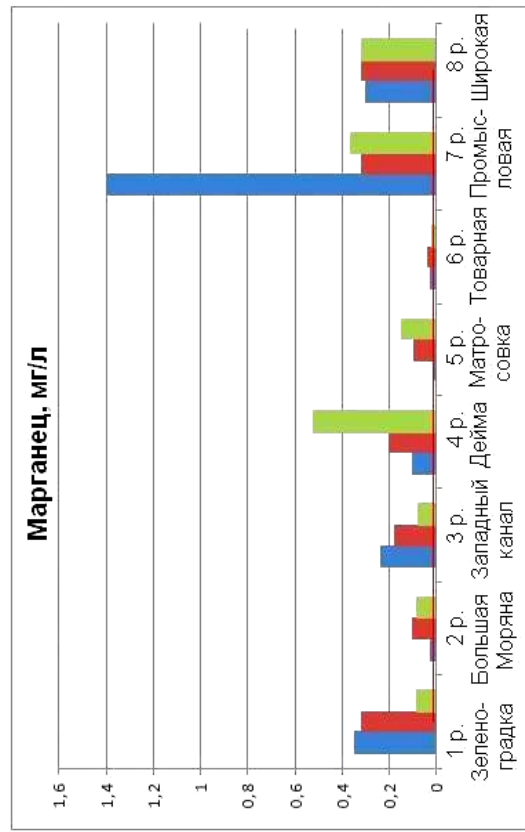


Рис. П 3.6. Содержание марганца в реках Калининградской области в 2010 г. [9]

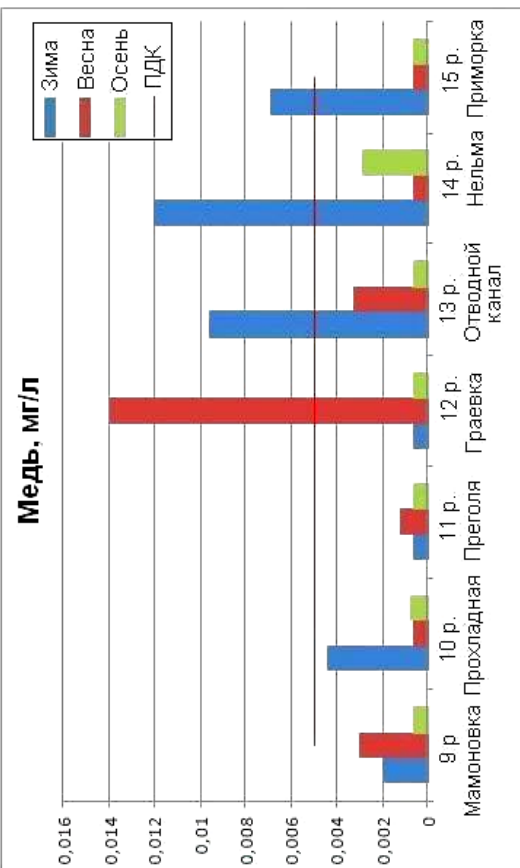
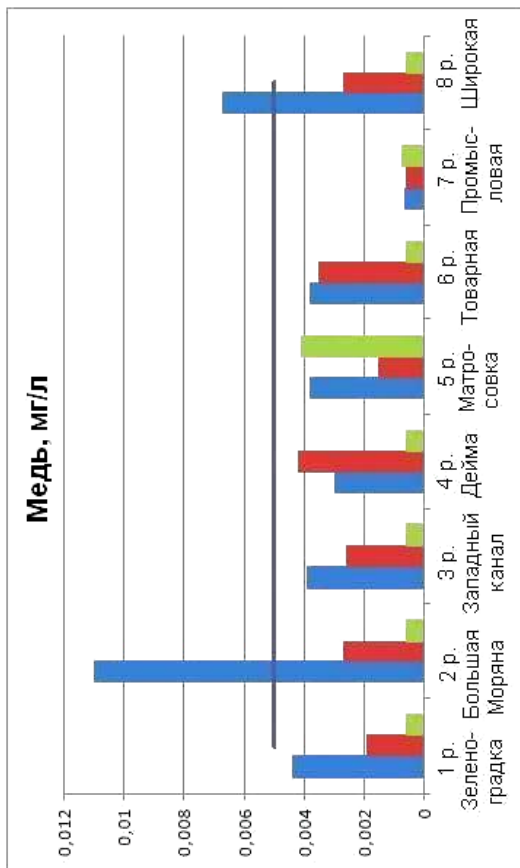


Рис. П 3.7. Содержание меди в реках Калининградской области в 2010 г. [9]

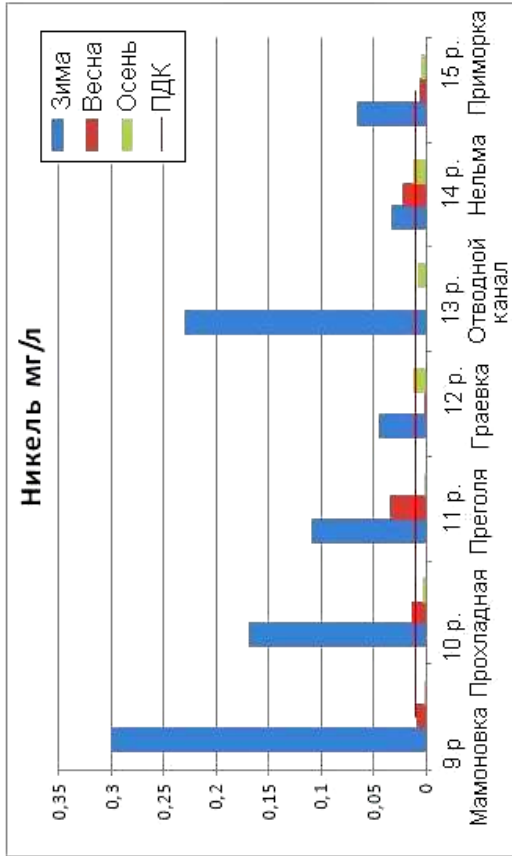
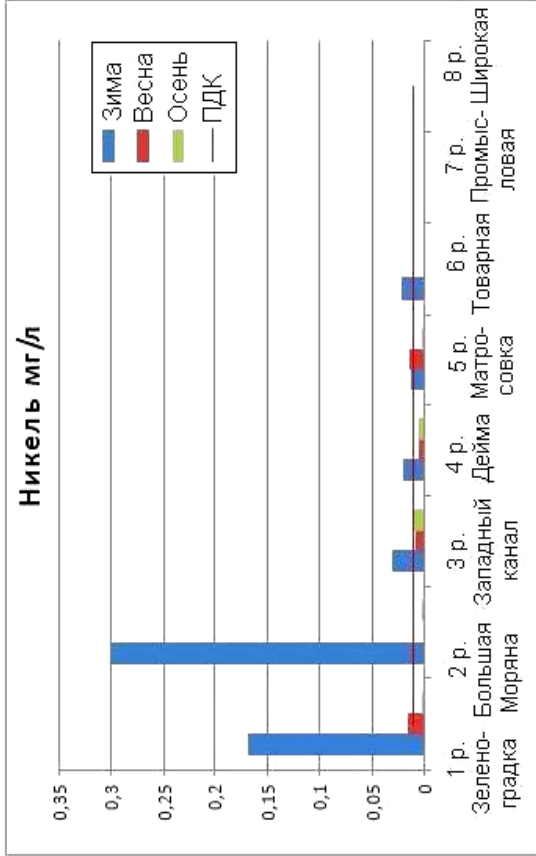


Рис. П 3.8. Содержание никеля в реках Калининградской области в 2010 г. [9]

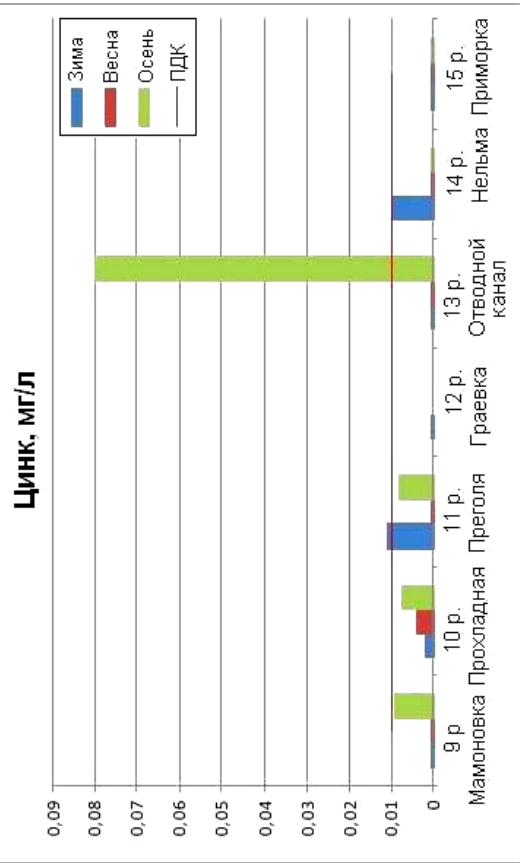
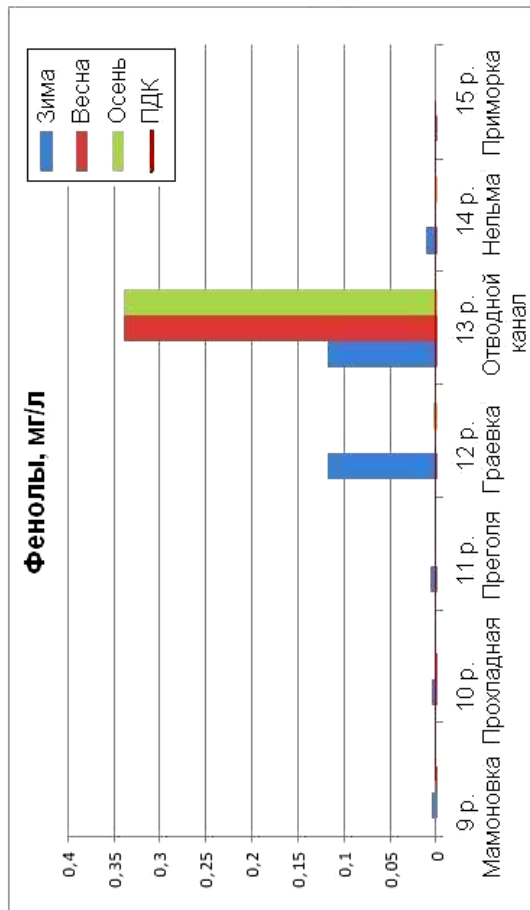
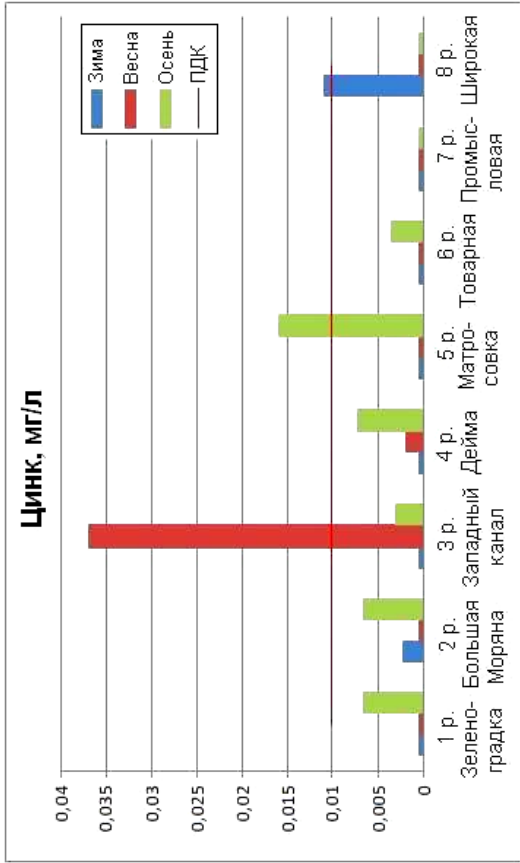
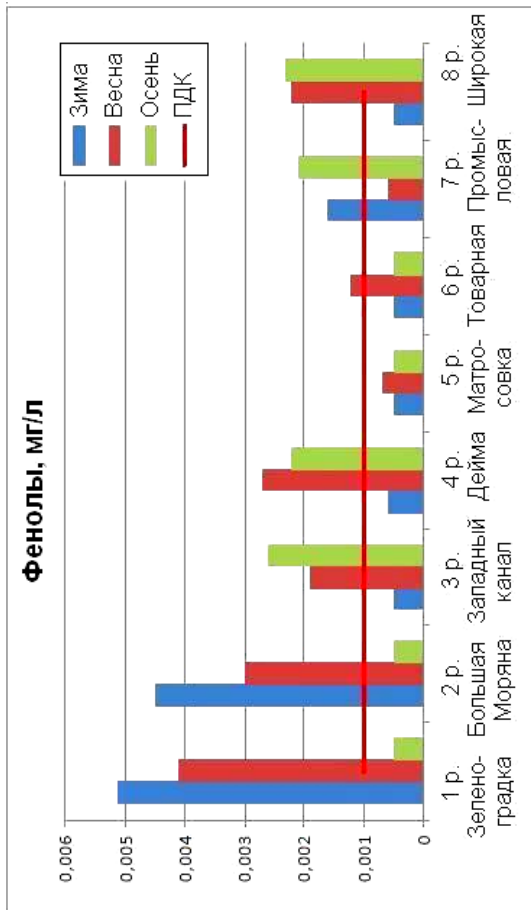


Рис. П 3.9. Содержание фенолов в реках Калининградской области в 2010 г. [9]

Рис. П 3.10. Содержание цинка в реках Калининградской области в 2010 г. [9]

Общая характеристика состояния рек Калининградской области в 2010 г. [9]

По *кислороду растворенному* обстановка в рассматриваемых реках благоприятная, за исключением Калининградского отводного канала, Западного канала и рек Промысловой и Прохладной (рис. П 3.1).

Концентрации *БПК-5* для Калининградского отводного канала (390 мг/л) в 92 раза превышает ПДК, что характерно для неочищенных сточных вод. В реках Промысловая, Матросовка, Товарная и Широкая определено незначительное превышение норматива – в остальных реках бассейна – норма (рис. П 3.2).

Содержание *азота аммонийного* меньше ПДК или с незначительным превышением (не более 20 %) отмечено: в реках бассейна Куршского залива на его западном побережье, это реки Матросовка, Товарная, Широкая, за исключением реки Промысловой, и в реке Дейма – 0,255-0,47 мг/л; в реках бассейна Вислинского залива на его северном побережье, это реки Нельма и Приморка, 0,37-0,39 мг/л (рис. П 3.3).

Содержание *азота нитритов* в водах всех обследованных водотоков, за исключением рек Промысловая и Широкая (бассейн Куршского залива), Мамоновка и Граевка (бассейн Вислинского залива) не достигают значений ПДК. Содержание изменяется в интервале от 0,008 до 0,02 мг/л. В реках Промысловая и Широкая, Мамоновка и Граевка содержания азота нитритов превышает значение ПДК в 1,5-4 раза, главным образом весной и осенью (рис. П 3.4).

Содержание *железа* в водах всех водотоков значительно превышает предельно допустимую концентрацию, установленную для водотоков высшей, первой и второй рыбохозяйственных категорий в 0,1 мг/л. Особенно высокие концентрации определены в реке Промысловая (51,7 ПДК) и реках бассейна Вислинской лагуны. Возможно, это связано с увеличением доли питания рек за счет грунтовых и подземных вод, при длительном воздействии низких температур в регионе (рис. П 3.5).

Содержание *марганца* в водах большинства водотоков превышает предельно допустимую концентрацию, установленную для водотоков высшей, первой и второй рыбохозяйственных категорий в 0,05 мг/л. (рис. П 3.6).

Содержание *меди* в водах большинства водотоков превышает предельно допустимую концентрацию, установленную для водотоков высшей, первой и второй рыбохозяйственных категорий в 0,001 мг/л. Исключение составляют реки Промысловая, Преголя и Граевка, где содержание меди менее 0,001 мг/л (рис. П 3.7).

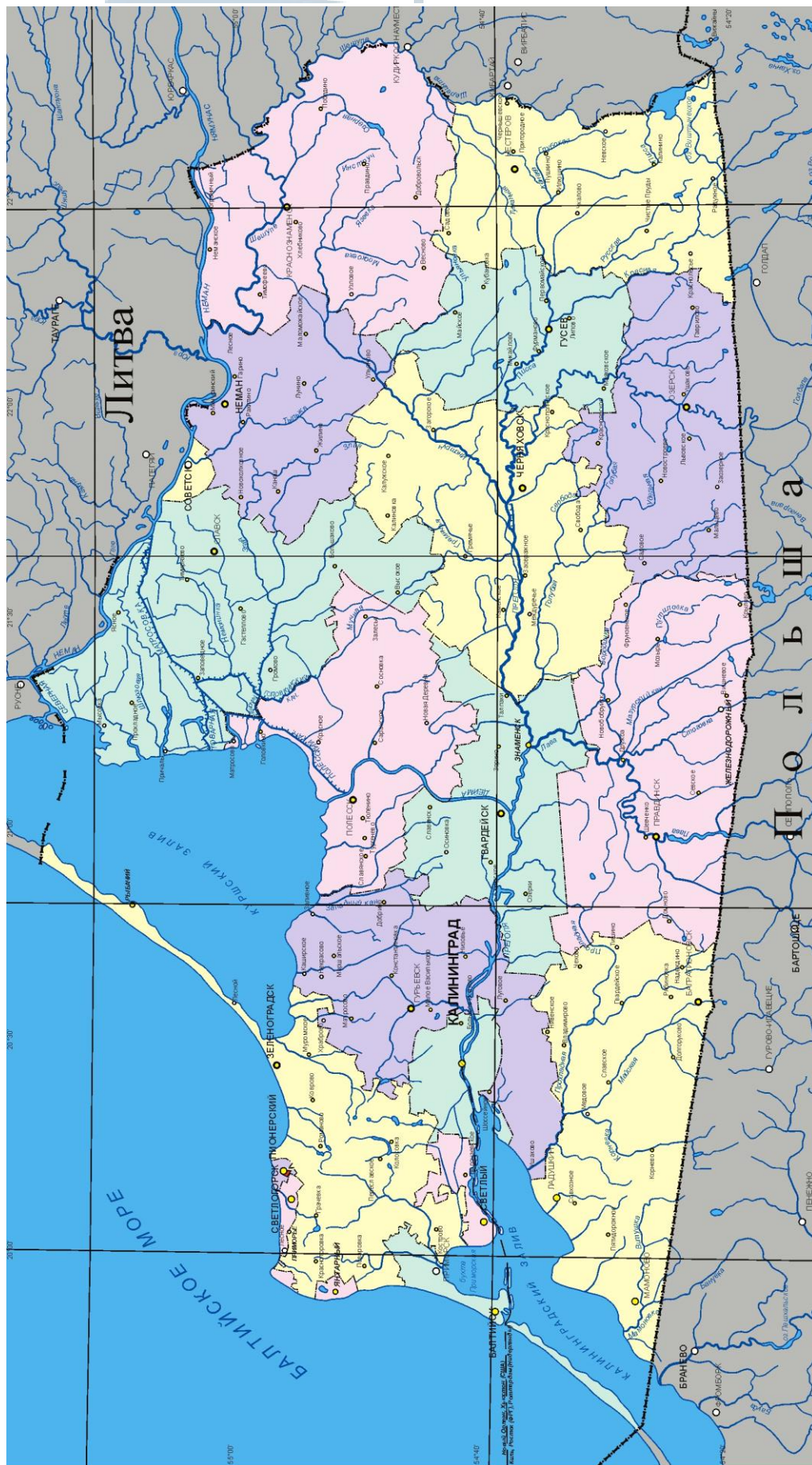
Содержание *никеля* во всех реках превышает значение ПДК для водотоков, установленной для водотоков высшей, первой и второй рыбохозяйственных категорий в 0,01 мг/л. Концентрация никеля в водах рек Куршского залива изменяется от 0,013 до 0,029 мг/л, и только в реках Зеленоградка и Большая Морьяна концентрация никеля превышает значение ПДК в 17 раз и в 30 раз соответственно. Содержание никеля в водотоках бассейна Куршского залива значительно выше, нежели в водотоках бассейна Вислинского залив. Содержание никеля в водотоках бассейна Вислинского залива составляет величину от 6,5 ПДК до 0,30 ПДК. И только в реке Нельме 3,3 ПДК (рис. П 3.8).

Содержание *цинка* в водах большинства водотоков значительно ниже предельно допустимой концентрации, установленной для водотоков высшей, первой и второй рыбохозяйственных категорий в 0,01 мг/л и зафиксировано в интервале 0,0005–0,0022 мг/л, составляет 5-22 % от ПДК. Содержание цинка в водах рек Широкая и Преголя превышает ПДК на 10 %, в реке Нельме меньше ПДК на 6 % (рис. П 3.9).

Содержание *фенола* в водотоках бассейна Куршского залива значительно ниже, нежели в водотоках бассейна Вислинского залива. Так содержание фенола в водах рек Куршского залива изменяется от 0,0005 до 0,0016 мг/л, и только в реках Зеленоградка и Большая Морьяна зафиксированы значения в 0,0051 и 0,0045 мг/л соответственно. Содержание фенола в водотоках бассейна Вислинского залива составляет величину от 0,005 до 0,01 мг/л, достигая максимальных значений устьях реки Граевка и в Отводном канале (рис. П 3.10) [9].

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

КАРТА КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ



ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Таблица П.5

Нормативные требования по предотвращению загрязнения с судов [7]

Конвенционные категории судов	Требования к сбросу судовых загрязнений (при одновременном соблюдении всех ниже перечисленных условий)	Примечание
в открытом море		
1. Правила предотвращения загрязнения нефтью		
<p>1. Нефтеналивные танкеры и приравненные к ним суда (перевозящие в качестве товарного 200 м³ топлива и более).</p> <p>Нефтесодержащие воды из района грузовых танков</p>	<p>Запрещается любой сброс нефти или нефтесодержащей смеси из грузового района нефтяных танкеров, кроме случаев, когда соблюдаются одновременно все следующие условия:</p> <p>1. Танкер находится за пределами особого района.</p> <p>2. Танкер находится на расстоянии более 50 миль от ближайшего берега.</p> <p>3. Танкер находится в пути (на ходу).</p> <p>4. Мгновенная интенсивность сброса нефти не превышает 30 л на морскую милю.</p> <p>5. Общее количество сброшенной в море нефти с танкеров, поставленных 31.12.1979 г. или до этой даты не превышает 1/15 000 общего количества данного вида груза, из которого образовался остаток.</p> <p>6. Общее количество сброшенной в море нефти с танкеров, поставленных после 31.12.1979 г. Не превышает 1/30 000 общего количества груза, из которого образовался остаток.</p> <p>7. На танкере действует система автоматического замера, регистрации и управления сбросом (САЗРИУС) и система отстойных танков</p>	<p>1. Указанные требования не распространяются на сброс изолированного или чистого балласта.</p> <p>2. Во всех случаях, когда в непосредственной близости от судна или его кильватерной струи обнаруживаются видимые следы нефти, представители стран Конвенции безоговорочно расценивают все относящиеся к данному случаю обстоятельства для выявления, имело ли место нарушение правил конвенции и принятия соответствующих мер</p>
в особых районах		
<p>Запрещается любой сброс нефти или нефтесодержащей смеси из грузового района любого нефтяного танкера.</p> <p>Нефтесодержащие воды и нефтеостатки должны сохраняться на борту и сдаваться на приемные сооружения или, если судно лишь часть пути проходит по особому району, сбрасываться за пределами особого района с соблюдением правил для открытого моря</p>		

Конвенционные категории судов	Требования к сбросу судовых загрязнений (при одновременном соблюдении всех ниже перечисленных условий)	Примечание
<p>2. Все суда валовой вместимостью 400 и более. Льяльные воды машинно-котельных отделений</p>	<p>в открытом море</p> <p>Запрещается любой сброс нефти или нефтесодержащей смеси кроме случаев, когда соблюдаются одновременно все следующие условия.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Судно находится за пределами особого района. 2. Судно находится в пути (на ходу). 3. Нефтесодержащая смесь обработана с помощью оборудования для фильтрации нефти, которое является таковым, что после, при прохождении через него любой нефтесодержащей смеси, содержание нефти в сбросе без его разбавления не превышает 15 ч/млн. 4. На судах валовой вместимостью 10 000 и более оборудование для фильтрации нефти оснащено сигнализатором нефтесодержания и автоматическим устройством прекращения сброса, которые включаются, когда нефтесодержание в сбросе превышает 15 ч/млн. 5. На судах ВВ 400 и более, но менее 10 000, которые могут быть вынуждены принимать водяной балласт в топливные танки, не являющийся чистым балластом, могут сбрасывать такой балласт как указано при условии, что оборудование для фильтрации нефти оснащено сигнализатором нефтесодержания и автоматическим устройством прекращения сброса, которые включаются, когда нефтесодержание в сбросе превышает 15 ч/млн 	<p>в особых районах</p> <p>Запрещается любой сброс нефти или нефтесодержащей смеси, кроме случаев, когда соблюдаются одновременно все следующие условия:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Судно находится в пути (на ходу). 2. Нефтесодержащая смесь обработана с помощью оборудования для фильтрации нефти, которое является таковым, что после, при прохождении через него любой нефтесодержащей смеси, содержание нефти в сбросе без его разбавления не превышает 15 ч/млн. 3. Оборудование для фильтрации нефти оснащено сигнализатором нефтесодержания

Конвенционные категории судов	Требования к сбросу судовых загрязнений (при одновременном соблюдении всех ниже перечисленных условий)	Примечание
	<p>в открытом море</p> <p>6. На нефтяных танкерах нефтесодержащая смесь не происходит из льял отделения грузовых насосов и не смешана с остатками груза нефти</p>	<p>в особых районах</p> <p>и автоматическим устройством прекращения сброса, которые включаются, когда нефтесодержание в сбросе превышает 15 ч/млн.</p> <p>4. На нефтяных танкерах нефтесодержащая смесь не происходит из льял отделения грузовых насосов и не смешана с остатками груза нефти</p>
<p>3. Все суда валовой вместимостью менее 400.</p> <p>Льяльные воды машинно-котельных отделений</p>	<p>Суда оборудуются, насколько это практически возможно, системой сбора и хранения нефти и нефтесодержащих смесей на борту для последующей сдачи на приемные сооружения оборудованные для выполнения требований к сбросу как для судов валовой вместимостью 400 и более в открытом море</p>	<p>Суда оборудуются, насколько это практически возможно, системой сбора и хранения нефти и нефтесодержащих смесей на борту для последующей сдачи на приемные сооружения или оснащаются оборудованием для выполнения требований к сбросу как для судов валовой вместимостью 400 и более в особых районах</p>

Конвенционные категории судов	Требования к сбросу судовых загрязнений (при одновременном соблюдении всех ниже перечисленных условий)	Примечание
	в открытом море	в особых районах
<p>2. Правила предотвращения загрязнения вредными жидкими веществами, перевозимыми наливом</p> <p>Стандарты сброса. Суда, перевозящие вещества категорий X, Y, Z</p>	<p>Сброс в море остатков веществ, отнесенных к категориям X, Y, Z, либо веществ, временно оцененных как относящихся к ним, или балластных вод, промывочных вод или иных смесей, содержащих такие вещества, запрещается, если он не производится в полном соответствии с требованиями эксплуатационными требованиями Приложения II. Если положения Приложения II разрешают сброс таких остатков веществ, то он должен производиться с соблюдением следующих стандартов сброса:</p> <p>1. Судно находится в пути, имея скорость не менее 7 узлов, если оно самоходное, или скорость не менее 4 узлов, если оно несамоходное.</p> <p>2. Сброс производится на расстоянии не менее 12 морских миль от ближайшего берега на глубине не менее 25 м.</p> <p>3. Сброс производится ниже ватерлинии через подводное сливное отверстие со скоростью, не превышающей максимальную скорость, для которой предназначено подводное сливное отверстие</p>	<p>1. Сброс в море чистого или изолированного балласта не подпадает под положения Приложения II, касающиеся сброса.</p> <p>2. Остатки груза могут быть удалены из танка методом вентиляции, одобренным административной. Вода, введенная после этого в танк, рассматривается как чистая и не подпадает под положения Приложения II, касающиеся сброса.</p> <p>3. Перевозка и сброс вредных веществ, которые не были классифицированы, временно оценены или оценены согласно правилу 6 Приложения II, либо балластных вод, промывочных вод или иных смесей, содержащих такие вещества, запрещается</p>

Продолжение табл. П.5

Конвенционные категории судов	Требования к сбросу судовых загрязнений (при одновременном соблюдении всех ниже перечисленных условий)	Примечание
	в открытом море	
Стандарты сброса. Суда, перевозящие вещества категории Z, построенные до 01 января 2007 г.	Для указанных судов сброс в море остатков веществ, отнесенных к категории Z, либо веществ, временно оцененных как относящихся к ним, или балластных вод, промывочных вод или иных смесей, содержащих такие вещества, ниже ватерлинии не обязателен	<p>4. На каждом судне, на котором допускается перевозка веществ категорий X, Y, Z, должно иметься Руководство по методам и устройствам, одобренное администрацией. Формат Руководства должен быть в соответствии с Дополнением 4 к Приложению II.</p> <p>5. Правительство принимающей судно стороны, в лице своих инспекторов, может согласиться на альтернативные меры и изъятие требований по предварительной мойке и сдаче промывочных вод в порту выгрузки. Указанное должно быть во всех случаях документарно оформлено для исключения последующих претензий к судну</p>

Конвенционные категории судов	Требования к сбросу судовых загрязнений (при одновременном соблюдении всех ниже перечисленных условий)	Примечание
<p>Эксплуатационные требования к сбросу вредных жидких веществ. Вещества категории X</p>	<p>в открытом море</p> <p>1. До отхода судна из порта выгрузки танк должен быть подвергнут предварительной мойке в соответствии с процедурами Руководства по методам и устройствам. Образующиеся остатки должны сбрасываться в приемное сооружение, пока концентрация вещества в стоке, направляемом в приемное сооружение, показываемая анализами проб стока, отобранными инспектором, не составит 0,1 % по весу или меньше. После достижения указанной концентрации должен быть продолжен сброс остальных промывочных вод в приемное сооружение, пока танк не будет опорожнен. Указанное должно быть подтверждено записью инспектора в Журнале грузовых операций.</p> <p>2. Вода, введенная после этого в танк, может быть сброшена в море с соблюдением стандартов сброса, указанных выше</p>	<p>в особых районах</p>
<p>Эксплуатационные требования к сбросу вредных жидких веществ. Высоковязкие и застывающие вещества категории Y</p>	<p>1. Для высоковязких или застывающих веществ до отхода из порта выгрузки должен применяться метод предварительной мойки в соответствии с процедурами Руководства по методам и устройствам.</p> <p>2. Смесь воды с остатками, образовавшимися при предварительной мойке, должна сбрасываться в приемное сооружение, пока танк не будет опорожнен.</p> <p>3. Вода, введенная после этого в танк, может быть сброшена в море с соблюдением стандартов сброса, указанных выше</p>	

Конвенционные категории судов	Требования к сбросу судовых загрязнений (при одновременном соблюдении всех ниже перечисленных условий)	Примечание
<p>Эксплуатационные требования к сбросу вредных жидких веществ. Другие вещества категории Y и вещества категории Z</p>	<p>в открытом море</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Если выгрузка веществ не производится в соответствии с Руководством по методам и устройствам (в части гарантии величины незачищаемого остатка в танке), то до отхода судна из порта выгрузки должен применяться метод предварительной мойки в соответствии с процедурами указанного Руководства. 2. Смесь воды с остатками, образовавшимися при предварительной мойке, должна сбрасываться в приемное сооружение, пока танк не будет опорожнен. 3. Вода, введенная после этого в танк, может быть сброшена в море с соблюдением стандартов сброса, указанных выше. 4. Если выгрузка производится в соответствии с Руководством по методам и устройствам, то предварительная мойка производится в случае, если это требуется видом следующего груза. Принятая балластная вода может быть сброшена в море с соблюдением стандартов сброса, указанных выше. 	<p>в особых районах</p>
<p>Эксплуатационные требования к сбросу вредных жидких веществ. Вещества категории DB (другие вещества) (OS – other substances)</p>	<p>Сброс льяльных или балластных вод, либо других остатков или смесей, содержащих вещества, классифицированные как «другие вещества», не подпадает под требования Приложения II</p>	

Конвенционные категории судов	Требования к сбросу судовых загрязнений (при одновременном соблюдении всех ниже перечисленных условий)	Примечание
	<p style="text-align: center;">в открытом море</p> <p style="text-align: center;">3. Правила предотвращения загрязнения сточными водами</p> <p>Запрещается сброс в море сточных вод, кроме случаев, когда:</p> <ul style="list-style-type: none"> – на судне действует установка для обработки сточных вод типа, одобренного администрацией с учетом стандартов и методов испытаний, разработанных организацией, и сток не дает видимых плавающих твердых частиц и не вызывает изменения цвета окружающей среды; или – судно сбрасывает измельченные и обеззараженные сточные воды на расстоянии более 3 морских миль от ближайшего берега, используя систему измельчения и обеззараживания сточных вод типа, одобренного администрацией; такая система оборудована одобренными средствами для хранения сточных вод, когда судно находится на расстоянии менее 3 морских миль от ближайшего берега; или – судно сбрасывает измельченные и обеззараженные сточные воды на расстоянии более 12 морских миль от ближайшего берега при условии, что накопленные в сборных танках сточные воды сбрасываются не мгновенно, а постепенно, когда судно находится в пути, имея скорость не менее 4-х узлов; – интенсивность сброса должна быть одобрена администрацией на основе нормативов, разработанных организацией 	<p>Если сточные воды смешаны с отходами или другими загрязненными водами, подающими под другие Приложения МАРПОЛ-73/78, то в дополнение должны выполняться требования этих Приложений, причем применяются более строгие требования</p>

Конвенционные категории судов	Требования к сбросу судовых загрязнений (при одновременном соблюдении всех ниже перечисленных условий)	Примечание
в открытом море		
4. Правила предотвращения загрязнения мусором		
Все суда	<p>Запрещен сброс на всей акватории Мирового океана всех видов пластмасс и синтетики (включая пластмассовые мешки, синтетические тросы, рыболовные синтетические сети). Сброс обладающих плавучестью материалов (упаковочный, сепарационный, обшивочный) производится как можно дальше от берега, но в любом случае за пределами 25 миль от берега. Сброс мусора из металла, стекла, бумаги, ветоши и т. п.:</p> <ul style="list-style-type: none"> – неизмельченный – за пределами 12 миль от ближайшего берега; – измельченный – за пределами 3 миль от ближайшего берега. <p>Сброс пищевых отходов:</p> <ul style="list-style-type: none"> – неизмельченный – за пределами 12 миль от ближайшего берега, – измельченный – за пределами 3 миль от ближайшего берега. Сброс золы из инсинератора за пределами 12 миль от берега (за исключением золы пластмасс, которые могут содержать остатки токсичных веществ или тяжелых металлов, сброс которой запрещен) 	<p>1. Прием мусора в российских портах осуществляется персоналом порта. При этом по предварительной заявке судна администрация порта обязана обеспечить прием мусора или предоставить порожние контейнеры, достаточные для сбора мусора во время стоянки в порту.</p> <p>2. Измельченный мусор должен проходить через грохот с отверстиями не более 25 мм.</p> <p>3. При сдаче мусора на плавучие сооружения до входа в порт необходимо иметь на судне квитанцию, подтверждающую эту сдачу.</p> <p>4. Положения не применяются к судам, эксплуатирующимся в водах, находящихся под юрисдикцией какого-либо государства, и судам других государств, заходящих и находящихся в таких водах, когда требования государства к сбросу могут быть более строгими и сброс должен удовлетворять нормативам этого государства</p>
Сброс всех видов мусора запрещен за исключением пищевых отходов, которые не допускаются сбрасывать не ближе 12 миль к ближайшему берегу.		
В Карибском море допускается сбрасывать измельченные пищевые отходы не ближе 3 миль к ближайшему берегу. В Антарктике сброс пищевых отходов запрещен		

Конвенционные категории судов	Требования к сбросу судовых загрязнений (при одновременном соблюдении всех ниже перечисленных условий)	Примечание
	вне районов контроля	в районах контроля
	5. Правила предотвращения загрязнения атмосферы	
<p>Все суда. Двигатели. Оксиды азота.</p> <p>Каждый дизель, подпадающий под положения Приложения, должен иметь Международное свидетельство о предотвращении загрязнения атмосферы дизелем с Дополнением и одобренный Технический файл двигателя</p>	<p>Эксплуатация дизеля запрещается, если выбросы окислов азота, рассчитанные как полный взвешенный выброс NO₂, превышают следующие пределы:</p> <p>Ярус I</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 17 г/(кВт·ч), при n < 130 об/мин; 2) 45 · n^{-0,2} г/(кВт·ч), при n > 130, но < 2000 об/мин; 3) 9,8 г/(кВт·ч), при n ≥ 2 000 об/мин, <p>где n – номинальная частота вращения коленчатого вала двигателя</p> <p>Ярус II</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 14,4 г/(кВт·ч), при n < 130 об/мин; 2) 44 · n^{-0,23} г/(кВт·ч), при n > 130, но < 2 000 об/мин; 3) 7,7 г/(кВт·ч), при n ≥ 2 000 об/мин <p>Ярус III</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 14,4 г/(кВт·ч), при n < 130 об/мин; 2) 44 · n^{-0,23} г/(кВт·ч), при n > 130, но < 2 000 об/мин; 3) 7,7 г/(кВт·ч), при n ≥ 2 000 об/мин 	<p>Правило распространяется на каждый дизель мощностью 130 кВт и более:</p> <ul style="list-style-type: none"> – установленный на судне, построенном до 01.01.2000 г. или после этой даты и до 01.01.2011 г.; – изготовленный и существенно переоборудованный 01.01.2000 г. или после этой даты и до 01.01.2011 г.
		<p>– при эксплуатации судового дизельного двигателя, который установлен на судне, построенном 01.01.2011 г. или после этой даты</p> <p>– при эксплуатации судового дизельного двигателя, который установлен на судне, построенном 01.01.2016 г. или после этой даты</p>

Конвенционные категории судов	Требования к сбросу судовых загрязнений (при одновременном соблюдении всех ниже перечисленных условий)	Примечание
<p>Все суда.</p> <p>Выбросы окислов серы.</p> <p>Качество жидкого топлива</p>	<p>вне Районов Контроля</p> <p>Содержание серы в любом жидком топливе, используемом на судах, не должно превышать:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 3,5 % по массе с 1 января 2012 года; 2) 0,50 % по массе с 1 января 2020 года и после этой даты. <p>Любое жидкое топливо должно удовлетворять следующим требованиям:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) содержание серы – см. выше; 2) состав жидкого топлива отвечает требованиям правила 18; 3) качество жидкого топлива должно подтверждаться паспортом или накладной на поставку бункерного топлива. Накладные на поставку бункерного топлива должны храниться на судне в течение трех лет; 4) накладная на поставку бункерного топлива должна сопровождаться типичной пробой поставленного топлива для целей контрольных анализов, которая должна храниться на судне пока топливо не будет использовано, но не менее 12 месяцев 	<p>в Районах Контроля</p> <p>При нахождении судна в пределах района контроля выбросов SO_x должно выполняться одно из условий:</p> <ul style="list-style-type: none"> – содержание серы в жидком топливе не должно превышать: <ol style="list-style-type: none"> 1) 1,0 % по массе 1 июля 2010 года и после этой даты; 2) 0,1 % по массе 1 января 2015 года и после этой даты; – применяется одобренная Администрацией система очистки выхлопных газов для уменьшения общего выброса SO_x с судна, включая как вспомогательные, так и главные двигательные установки, до величины 6 г SO_x/кВт·ч или менее при расчете как полный вес выброса двуокиси серы
<p>Примечание</p> <p>Кроме дизелей аварийного назначения и на спасательных шлюпках. В районах, где судоходство наиболее интенсивно и вопрос загрязнения окислами серы очень актуален для защиты среды Правило 14 Приложения VI ввело особые районы с названием «Районы контроля выбросов SO_x». В настоящее время такие районы включают акватории Северного и Балтийского морей, пролива Ла-Манш, а также зоны, прилегающие к Западному и Восточному побережьям Северной Америки (североамериканская 200-мильная зона у побережья США и Канады) и Карибским островам (Пуэрто-Рико и Виргинские острова США)</p>		

Конвенционные категории судов	Требования к сбросу судовых загрязнений (при одновременном соблюдении всех ниже перечисленных условий)	Примечание
<p>Сжигание на судне</p>	<p>в открытом море</p> <p>Сжигание мусора и отходов на судах допускается только в судовых инсинераторах. Каждый инсинератор, установленный на судне 01.01.2000 г. и после этой даты, должен иметь свидетельство об одобрении типа (СОТО) и отвечать нормативам Дополнения IV к Приложению VI («Стандарту для судовых инсинераторов», принятому резолюцией МЕРС.59(33) от 30.10.1992 г.) Запрещается сжигание на судне веществ, перечисленных в Правиле 16, в том числе:</p> <ul style="list-style-type: none"> – остатков груза и связанных с ними загрязненных упаковочных материалов в соответствии с Приложениями 1, 2, 3 МАРПОЛ-73/78; – полихлорированных бифенилов (ПХБ); – мусора, содержащего тяжелые металлы в количестве, большем, чем микропримеси; – очищенных нефтепродуктов, содержащих галогеновые соединения; – нефтяных остатков (нефтесодержащих осадков), которые не образуются на судне; – остатков из систем очистки отработанных газов 	<p>в особых районах</p> <p>Сжигание на судне нефтяных остатков (нефтесодержащих осадков), образующихся в ходе обычной эксплуатации судна, может также производиться в главной или вспомогательной силовой установке или котлах, но в этом случае оно не должно производиться в пределах портов и эстуариев. Сжигание на судне поливинилхлоридов (ПХВ) запрещается, за исключением сжигания в судовых инсинераторах, в отношении которых выданы свидетельства Организации об одобрении</p>

Конвенционные категории судов	Требования к сбросу судовых загрязнений (при одновременном соблюдении всех ниже перечисленных условий)	Примечание
<p>Озоноразрушающие вещества</p>	<p>в открытом море</p> <p>Вредность веществ определяется озоноразрушающим потенциалом (ОРП). Граничная величина ОРП – 0,5 %. Все вещества с ОРП более 0,5 % в новых установках запрещаются.</p> <p>После вступления в силу Приложения VI решены к применению гидрохлорфторуглероды до 1 января 2020 г. В части старых установок с запрещенными веществами с согласия администрации флага может быть продолжена их эксплуатация до естественной утраты вещества.</p> <p>Любые преднамеренные выбросы озоноразрушающих веществ, происходящие в ходе операций по перезарядке, обслуживанию и ремонту установок на борту судна запрещаются. Преднамеренные выбросы не включают минимальные утечки, связанные с возвратом или рециркуляцией озоноразрушающих веществ.</p> <p><i>Примечание:</i> к оборудованию, содержащему озоноразрушающие вещества, на судах могут относиться:</p> <ul style="list-style-type: none"> – производственные холодильные установки; – провизионные холодильные установки; – установки кондиционирования воздуха; – стационарные противопожарные галонные установки и огнетушители 	<p>в особых районах</p> <p>В отношении озоноразрушающих веществ особых районов не выделено.</p> <p>На каждом судне валовой вместимостью 400 и более, а также каждой стационарной и плавучей буровой установке и других платформах, на которых имеются перезаряжаемые системы, содержащие озоноразрушающие вещества, должен вестись Журнал озоноразрушающих веществ. Этот журнал может составлять часть существующего судового журнала или системы электронной регистрации, одобренной Регистром</p> <p>К озоноразрушающим веществам относятся вещества, определенные в п. 4 ст. 1 Монреальского протокола 1987 г. По веществам, разрушающим озоновый слой атмосферы:</p> <ul style="list-style-type: none"> – хлорфторуглероды (ХФУ); – вещества, состоящие из хлора, фтора и углерода; – гидрохлорфторуглероды (ГХФУ) – вещества, состоящие из водорода, хлора, фтора и углерода; – галоны (Halon) – вещества, состоящие из метилбромидов, четыреххлористого углерода, метилхлороформа

Конвенционные категории судов	Требования к сбросу судовых загрязнений (при одновременном соблюдении всех ниже перечисленных условий)		Примечание
	в открытом море	в особых районах	
Летучие органические соединения танкеров (ЛОС)		<p>На новых и существующих танкерах требуется система сбора паров летучих органических соединений при грузовых операциях в портах и терминалах стран, которые продекларировали такие порты как подлежащие контролю на выбросы ЛОС. Такие системы должны быть одобрены административной. Существующие танкеры, не оборудованные системой сбора ЛОС, могут приниматься в таких портах и терминалах в течение до 3 лет</p>	<p>Страны, намеренные назначить такие порты и терминалы, должны уведомить ИМО за 6 месяцев о дате вступления в силу требования о контроле ЛОС, о размерах танкеров и типах грузов, которые подлежат контролю. ИМО рассылает информацию странам-членам организации</p>



978770037852

Изумруд Рамазановна Рагулина

ОБЩАЯ И ПРИКЛАДНАЯ ЭКОЛОГИЯ

**Учебное пособие
для курсантов морских специальностей
очной формы обучения**

*Ведущий редактор Н.В. Желтухина
Младший редактор Г.В. Деркач*

*Компьютерное редактирование
И.В. Леонова*

*Подписано в печать 23.07.2020 г.
Усл. печ. л. 16,6. Уч.-изд. л. 16,5.*

Лицензия № 021350 от 28.06.99.

Печать офсетная.

Формат 60 x 90 1/16.

*Заказ № 1582. Тираж 150 экз.
1-й завод 50 экз.*

*Доступ к архиву публикации и условия доступа к нему:
<http://lib.bgarf.ru/>*

БГАРФ ФГБОУ ВО «КГТУ»

*Издательство БГАРФ,
член Издательско-полиграфической ассоциации высших учебных заведений
236029, Калининград, ул. Молодежная, 6.*

БГЛРФ