

**Методические материалы для обучающихся  
по освоению дисциплины**

**Предотвращение загрязнения с судов**  
наименование дисциплины

Направление подготовки: 20.03.01 Техносферная безопасность  
код и наименование направления подготовки /специальности

Направленность (профиль): «Экологическая безопасность предприятия»  
наименование направленности (профиля) /специализации

Составитель – Яшкина А.А., ст.преподаватель кафедры техносферной безопасности ФГАОУ ВО «МГТУ»

Методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины «Химия воды» рассмотрены и одобрены на заседании кафедры Техносферной безопасности «23» мая 2022 г., протокол № 8.

## Общие положения

Цель методических материалов по освоению дисциплины - обеспечить обучающемуся оптимальную организацию процесса изучения дисциплины, а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

Освоение дисциплины осуществляется на аудиторных занятиях и в процессе самостоятельной работы обучающихся. Основными видами аудиторной работы по дисциплине являются занятия лекционного и семинарского типа. Конкретные формы аудиторной работы обучающихся представлены в учебном плане образовательной программы и в рабочих программах дисциплин.

Изучение рекомендуется начать с ознакомления с рабочей программой дисциплины (модуля), ее структурой и содержанием, фондом оценочных средств.

Работая с рабочей программой, необходимо обратить внимание на следующее:

- некоторые разделы или темы дисциплины не разбираются на лекциях, а выносятся на самостоятельное изучение по рекомендуемому перечню основной и дополнительной литературы и учебно-методическим разработкам;

- усвоение теоретических положений, методик, расчетных формул, входящих в самостоятельно изучаемые темы дисциплины, необходимо самостоятельно контролировать с помощью вопросов для самоконтроля;

- содержание тем, вынесенных на самостоятельное изучение, в обязательном порядке входит составной частью в темы текущего контроля и промежуточной аттестации.

Каждая рабочая программа по дисциплине сопровождаются методическими материалами по ее освоению.

Отдельные учебно-методические разработки по дисциплине учебные пособия или конспекты лекций, методические рекомендации по выполнению лабораторных работ и решению задач и т.п. размещены в ЭИОС МГТУ.

Обучающимся рекомендуется получить в библиотеке МГТУ учебную литературу, необходимую для работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины.

Виды учебной работы, сроки их выполнения, запланированные по дисциплине, а также система оценивания результатов, зафиксированы в технологической карте дисциплины:

**Таблица 1. - Технологическая карта текущего контроля и промежуточной аттестации (промежуточная аттестация – «экзамен») очная форма обучения**

№	Контрольные точки	Зачетное количество баллов		График прохождения (недели сдачи)
		min	max	
<b>Текущий контроль</b>				
1.	Посещение и работа на лекциях (5 лекций)	5	15	По расписанию
	Нет посещений – 0 баллов, каждая лекция – 3 балла			
2.	Практические занятия/семинары	40	50	По расписанию
	Выполнение 5 практических работ в срок - 50 баллов; выполнение 5 практических работ не в срок- 40 баллов. Каждая практическая работа в срок – 10 баллов, не в срок – 8 баллов. Выполнение 6 и менее практических работ – 0 баллов.			
3.	Контрольная работа	15	35	14 неделя
	Выполнение реферата на «удовлетворительно» - 15 баллов, на «хорошо» - 25 баллов, на «отлично» - 35 баллов.			
	ИТОГО за работу в семестре	min - 60	max - 100	

<b>Промежуточная аттестация «зачет»</b>			
Если обучающийся набрал зачетное количество баллов согласно установленному диапазону по дисциплине, то он считается аттестованным			
<b>ИТОГОВЫЕ БАЛЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ</b>	<b>min – 60</b>	<b>max - 100</b>	

Работа по изучению дисциплины должна носить систематический характер. Для успешного усвоения теоретического материала по предлагаемой дисциплине необходимо регулярно посещать лекции, активно работать на учебных занятиях, выполнять письменные работы по заданию преподавателя, перечитывать лекционный материал, значительное внимание уделять самостоятельному изучению дисциплины.

Важным условием успешного освоения дисциплины является создание самим обучающимся системы правильной организации труда, позволяющей распределить учебную нагрузку равномерно в соответствии с календарным учебным графиком.

### **1. Методические рекомендации при работе на занятиях лекционного типа**

К занятиям **лекционного типа** относятся лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации преподавателем.

Лекция представляет собой последовательное изложение преподавателем учебного материала, как правило, теоретического характера. Цель лекционного занятия – организация целенаправленной познавательной деятельности обучающихся по овладению программным материалом учебной дисциплины.

В ряде случаев лекция выполняет функцию основного источника информации, например, при отсутствии учебников и учебных пособий; в случае, когда новые научные данные по той или иной теме не нашли отражения в учебниках; отдельные разделы и темы очень сложные для самостоятельного изучения обучающимися.

В ходе проведения занятий лекционного типа необходимо вести конспектирование излагаемого преподавателем материала.

Наиболее точно и подробно в ходе лекции записываются следующие аспекты: название лекции; план; источники информации по теме; понятия, определения; основные формулы; схемы; принципы; методы; законы; гипотезы; оценки; выводы и практические рекомендации.

Конспект - это не точная запись текста лекции, а запись смысла, сути учебной информации. Конспект пишется для последующего чтения и это значит, что формы записи следует делать такими, чтобы их можно было легко и быстро прочитать спустя некоторое время. Конспект должен облегчать понимание и запоминание учебной информации.

Рекомендуется задавать лектору уточняющие вопросы с целью углубления теоретических положений, разрешения противоречивых ситуаций. При подготовке к занятиям семинарского типа, можно дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из изученной литературы, указанной в рабочей программе дисциплины.

Тематика лекций дается в рабочей программе дисциплины.

### **2. Методические рекомендации по выполнению практических работ**

**Практическое занятие** - это форма организации учебного процесса, предполагающая выполнение студентами по заданию и под руководством преподавателя одной или нескольких практических работ. И если на лекции основное внимание студентов сосредоточивается на разъяснении теории конкретной учебной дисциплины, то практические занятия служат для обучения методам ее применения. Главной их целью является усвоение метода использования теории, приобретение практических умений, необходимых для изучения последующих дисциплин.

Подготовку к практическому занятию лучше начинать сразу же после лекции по данной теме или консультации преподавателя. Необходимо подобрать литературу, которая рекомендована для подготовки к занятию и просмотреть ее. Любая теоретическая проблема должна быть осмыслена студентом с точки зрения ее связи с реальной жизнью и возможностью реализации на практике.

**Целью практических занятий является** закрепление теоретических знаний и навыков самостоятельной работы, полученных в процессе обучения по данной дисциплине.

**Задачи практических занятий:**

1. Выработать навыки по практическому использованию знаний в области охраны морской среды.

2. Развить у студентов навыки самостоятельной работы с учебником, законодательными, подзаконными и нормативными актами.

### **Практическое занятие № 1**

#### **Экологическое состояние Мирового океана**

Данное практическое занятие проводится в форме семинара. Для успешной дискуссии в аудитории студенты должны приходить на занятие подготовленными. Во время круглого стола студенты обсуждают следующие темы:

1. Понятие "Мирового океана"?
2. Компоненты Мирового океана?
3. Состав вод Мирового океана?
4. Роль Мирового океана в формировании климата на планете?

Во время семинарского занятия студенты делают сообщения и при необходимости отвечают на вопросы преподавателя и сокурсников.

### **Практическое занятие № 2**

#### **Морская техника**

Данное практическое занятие проводится в форме семинара. Для успешной дискуссии в аудитории студенты должны приходить на занятие подготовленными. Во время круглого стола студенты обсуждают следующие темы:

1. Классификации судов.
2. Типы транспортных, промысловых, служебных и вспомогательных судов, суда технического флота.
3. Морские нефтегазовые сооружения: стационарные и плавучие сооружения, называемые "платформами и буровыми судами", подводные трубопроводы, хранилища (накопители) нефти и газа.

Во время семинарского занятия студенты делают сообщения и при необходимости отвечают на вопросы преподавателя и сокурсников.

### **Практическое занятие № 3**

#### **Расчет автономности плавания судна. Расчет выбросов взвешенных веществ и дымности.**

1 Расчет автономности плавания производится для каждого судна. Допускается производить расчет автономности плавания на серию судов одного проекта при условии идентичности установленного на них оборудования, влияющего на экологическую безопасность судна.

2 Автономность плавания определяется по следующим видам загрязнений:

— нефтесодержащие воды (НВ);

— сточные воды (СВ);

— мусор (М).

3 Автономность плавания для судов, имеющих на борту фильтрующее оборудование и установки для обработки сточных вод, соответствующие требованиям Правил ПЗМОС, принимается неограниченной по этим видам загрязнений.

4 Автономность плавания по нефтесодержащим водам  $T_{НВ}$  рассчитывается по формуле (7), сут.:

$$T_{НВ}=0,9 \cdot V_{НВ}/Q_{НВ}, \quad (7)$$

где  $V_{НВ}$  — объем сборной цистерны для НВ, м<sup>3</sup>. При отсутствии специальной цистерны для нефтесодержащих вод значение  $V_{НВ}$  определяется как объем пространства под сланью машинного отделения с учетом требований Правил ПЗМОС или объем переносных емкостей;

$Q_{НВ}$  — расчетное суточное накопление нефтесодержащих вод, м<sup>3</sup>/сут., зависящее от типа судна и от мощности главных двигателей, принимается в соответствии с нормами, установленными таблице 5.

Т а б л и ц а 5

Расчетное суточное накопление нефтесодержащих вод

Мощность главных двигателей, кВт	$Q_{НВ}$ м <sup>3</sup> /сут	
	Транспортные суда	Рейдовые, вспомогательные, разъездные суда, суда технического флота
55 - 220	0,03-0,12	0,02 - 0,08
220 - 440	0,12-0,18	0,08-0,14
440 - 660	0,18-0,24	0,14-0,20
660 - 890	0,24 - 0,30	0,20 - 0,25
Более 890	0,32	0,27

Примечания.

1. Для судов с возрастом до 5 лет допускается вводить уточняющий коэффициент 0,8.
2. Для судов с динамическим принципом поддержания и скоростных водоизмещающих судов независимо от мощности и количества главных двигателей  $Q_{НВ}$  принимается 0,07 м<sup>3</sup>/сут.
3. Для земснарядов в качестве мощности главных двигателей учитывается мощность двигателей, работающих на грунтовый насос или черпаковый привод.
4. При определенных условиях эксплуатации, наряду с предлагаемыми в таблице значениями  $Q_{НВ}$ , допускается применение других методов, учитывающих специфику условий эксплуатации в бассейне или у конкретного судовладельца.
5. Для конкретного судна, у которого значение мощности главных двигателей находится внутри одного из интервалов, указанных в таблице,  $Q_{НВ}$  определяется путем линейной интерполяции табличных данных.

5 Автономность плавания по сточным водам  $T_{СВ}$  определяется для всех типов судов и рассчитывается по формуле (8), сут.:

$$T_{СВ}=0,9 \cdot V_{СВ}/(Q_{СВ} \cdot n), \quad (8)$$

где  $V_{М}$  — объем сборной цистерны для СВ, м<sup>3</sup>;

$Q_{СВ}$  — удельное значение накопления сточных вод для различных типов судов, м<sup>3</sup>/(чел.·сут.), приведено в таблице 8;

$n$  — количество людей на борту судна.

Таблица 6

## Удельные значения накопления сточных вод

Тип судна	$Q_{св}$ , м <sup>3</sup> /(чел. · сут.)
Круизные и пассажирские суда со всеми удобствами в каютах	0,18
Пассажирские суда с умывальниками в каютах и общими душевыми	0,14
Пассажирские суда с умывальниками в каютах	0,12
Грузовые и буксирные суда с мощностью главных двигателей 900 кВт и более	0,12
Грузовые и буксирные суда с мощностью главных двигателей от 400 кВт до 900 кВт	0,09
Грузовые и буксирные суда с мощностью главных двигателей менее 400 кВт	0,07
Пассажирский внутригородской и скоростной флот	0,003
Технический флот и самоходные суда с людьми на борту*	0,09
*Для землечерпательного каравана накопление сточных вод рассчитывается исходя из количества людей, находящихся на всех судах, входящих в его состав.	

Автономность плавания по сточным водам не должна превышать шесть суток при постепенном наполнении сборных цистерн.

6 Автономность плавания по мусору  $T_m$  определяется по формуле (9), сут.:

$$T_m = 0,9 \cdot V_M / (Q_M \cdot n), \quad (9)$$

где  $V_M$  — объем устройств для сбора сухого мусора и пищевых отходов, м<sup>3</sup>;

$Q_m$  — расчетное значение суточного накопления сухого мусора и пищевых отходов м<sup>3</sup>/(чел. · сут.), приведено в таблице 9;

$n$  — количество людей на борту судна.

Таблица 7

## Расчетные значения суточного накопления сухого мусора и пищевых отходов

Вид загрязнений	$Q_M$ , м <sup>3</sup> /(чел. · сут.)
Сухой бытовой мусор	0,002 0,0004
Твердые пищевые отходы	
Примечания. 1. $Q_M$ принято в соответствии с СанПиН 2.5.2-703-98. 2. На техническом флоте суточное накопление рассчитывается исходя из общего количества людей на всех судах землечерпательного каравана.	

7 Автономность плавания по мусору для судов, имеющих на борту инсинераторы, соответствующие требованиям настоящих Правил, принимается неограниченной применительно к отходам, подлежащим уничтожению в инсинераторе.

Исходные данные для выполнения задания приведены в таблице 8.

Исходные данные по параметрам судов (ориентировочные значения)

№	Мощность двигателя, кВт	Тип судна	Кол-во человек	Объем сборных емкостей, м <sup>3</sup>		
				для СВ	для НВ	для мусора
1	100	Пассажирский внутригородской флот	20	30	5	15
2	150	Пассажирский внутригородской флот	30	40	5	15
3	200	Пассажирский внутригородской флот	40	50	5	15
4	250	Пассажирский скоростной флот	60	60	10	15
5	300	Пассажирский скоростной флот	70	60	10	20
6	350	Пассажирский скоростной флот	80	70	10	20
7	400	Пассажирское судно с умывальниками в каютах	85	80	20	20
8	450	Пассажирское судно с умывальниками в каютах	90	85	20	30
9	500	Пассажирское судно с умывальниками в каютах и общими душевыми	100	200	30	30
10	550	Круизное судно со всеми удобствами	200	300	30	60
11	700	Грузовое судно	20	50	40	15
12	800	Буксирное судно	20	50	40	15

Принимаем, что объем мусорных контейнеров на 1/3 отведен на пищевые отходы.

Нормируемым параметром газовых составляющих выбросов вредных (загрязняющих) веществ с выпускными газами является удельный средневзвешенный выброс в граммах, приходящийся на 1 кВт-час эффективной работы двигателя, совершенной им при выполнении полного испытательного цикла, имитирующего типовые условия эксплуатации.

Наибольшие допускаемые значения нормируемых параметров газовых составляющих выбросов для новых двигателей при стендовых испытаниях приведены в таблицах 9 и 10.

Таблица 9

Допускаемые значения выбросов оксидов азота

Нормируемый параметр	Наибольшее допускаемое значение для двигателей, поставленных на производство		
	до 19.05.2005	с 19.05.2005 по 01.01.2011	с 01.01.2011
Удельный средневзвешенный выброс оксидов азота (NO <sub>x</sub> ) в приведении к NO <sub>2</sub> , г/(кВт-ч)	17	17,0 при $n < 130$ $n \leq 130$ $45n^{-0,2}$ при $130 < n < 2000$ 9,8 при $n > 2000$	14,4 при $n < 130$ $44n^{-0,23}$ при $130 < n < 2000$ 7,7 при $n > 2000$
Примечание: n — частота вращения коленчатого вала двигателя, мин <sup>-1</sup> .			

Таблица 10

## Допускаемые значения выбросов оксида углерода и суммарных углеводородов

Нормируемый параметр	Наибольшее допустимое значение для двигателей, поставленных на производство		
	до 2000 г.	с 2000 г. по 2016 г.	с 2016 г.
Удельный средневзвешенный выброс оксида углерода (CO), г/(кВт·ч)	6,0	3,5	1,5
Удельный средневзвешенный выброс суммарных углеводородов (CH) в пересчете на условный состав топлива CH <sub>1,85</sub> , г/(кВт·ч)	2,4	1,0	0,4

Наибольшие допускаемые значения нормируемых параметров газовых составляющих выбросов для двигателей после капитального ремонта принимаются по таблице 9 и таблице 10 с умножением на корректирующий коэффициент, значения которого приведены в таблице 11.

Таблица 11

## Значения корректирующего коэффициента

Вредное вещество	Корректирующий коэффициент
Оксиды азота (NO <sub>x</sub> )	0,95
Оксид углерода (CO)	1,20
Углеводороды (CH)	1,25

Нормируемыми параметрами дымности выпускных газов являются: натуральный показатель ослабления светового потока; коэффициент ослабления светового потока; дымовое число фильтра.

Наибольшие допустимые значения нормируемых показателей дымности в зависимости от расхода выпускных газов представлены в таблице 12.

Таблица 12

Расход выпускных газов V <sub>exh</sub> · 10 <sup>3</sup> , приведенный к нормальным условиям (температура 273 К, давление 101,3 кПа), м <sup>3</sup> /с	Натуральный показатель <i>K</i> ослабления светового потока, М <sup>-1</sup>		Коэффициент <i>N</i> ослабления светового потока, приведенный к шкале дымомера оптического типа ( <i>L</i> = 0,43 м), %		Дымовое число фильтра FSN, приведенное к шкале дымомера фильтрационного типа (L <sub>F</sub> = 0,405 м), условных единиц	
	Норма дымности выпускных газов двигателей, поставленных на производство					
	до 2016 г.	с 2016 г.	до 2016 г.	с 2016 г.	до 2016 г.	с 2016 г.
До 75 включ.	1,36	1,01	44	35	3,4	2,7
Св. 75 до 95 »	1,23	0,90	41	32	3,2	2,5
» 95 » 140 »	1,07	0,80	37	29	3,0	2,4
» 140 » 210 »	0,90	0,70	32	26	2,7	2,2
» 210 » 350 »	0,73	0,58	27	22	2,4	2,0
» 350 » 600 »	0,58	0,46	22	18	2,2	1,8
» 600 » 1150 »	0,46	0,35	18	14	1,8	1,4
» 1150 » 3000 »	0,32	0,25	13	10	1,4	1,1
» 3000	0,23	0,19	10	8	1,0	0,8

Примечание. Для звездообразных двигателей нормы дымности выпускных газов устанавливаются по требованиям заказчика.

Расход выпускных газов  $V_{exh}$ , приведенный к нормальным условиям, в зависимости от которого в таблице 4 устанавливается норма дымности, определяется методом прямых измерений или рассчитывается по формуле (3),  $m^3/ч$ ;

$$V_{exh} = Vb + F_T B_T; \quad (3)$$

где  $Vb$  — объемный расход воздуха, приведенный по формуле (4) к нормальным атмосферным условиям ( $T_0=273K$ ,  $p_0=101,3$  кПа, плотность  $1,293$   $kg/m^3$ ),  $m^3/ч$ ;

$B_T$  — массовый часовой расход топлива, рассчитанный по формуле (5),  $kg/ч$ ;

$V_e$  — часовой расход воздуха рассчитанный по формуле (6),  $kg/ч$ .

$F_T$  - коэффициент приведения к нормальным атмосферным условиям расхода неразбавленных продуктов сгорания различных топлив (коэффициент состава топлива),  $m^3/kg$ , принимаемый по таблице 13 для «сухого» или «влажного» состояния выпускных газов.

Т а б л и ц а 13

Коэффициент состава топлива для различных топлив

Вид топлива	Значение коэффициента состава топлива $F_T$ , $m^3/kg$ , для состояния выпускных газов	
	«влажного»	«сухого»
Дизельное	0,75	-0,77
Моторное	0,72	-0,74
Мазут	0,69	-0,71
Природный газ	1,33	-1,34

П р и м е ч а н и е . В случае применения в судовых двигателях иного жидкого топлива в расчетах допускается использование коэффициента  $F_T$  для того указанного в таблице топлива, к вязкости которого близка вязкость применяемого топлива.

$$V_B = B_B / 1,293 \quad (4)$$

$$B_T = b_c \cdot P_{ном} \quad (5)$$

где  $b_c$  — удельный эффективный расход топлива двигателем для режима номинальной мощности, указывается в технической документации двигателя,  $kg/(кВт\cdotч)$ ;

$P_{ном}$  — номинальная мощность двигателя, указывается в технической документации двигателя, кВт;

$$B_B = \varphi \cdot \alpha \cdot L'_o \cdot B_T \quad (6)$$

где  $\varphi$  — коэффициент продувки:  $\varphi = 1,05 - 1,2$ ;

$\alpha$  — суммарный коэффициент избытка воздуха, минимальное значение  $\alpha$  указывается в технической документации двигателя. Значения  $\alpha$  зависят от типа смесеобразования:

для двигателей с пленочным смесеобразованием  $\alpha = 1,2 - 1,5$ ;

для двигателей с объемным смесеобразованием  $\alpha = 1,9 - 2,2$ ;

для двигателей с объемно-пленочным смесеобразованием  $\alpha = 1,7 - 2,0$ ;

для вихрекамерных дизелей  $\alpha = 1,5 - 1,9$ ;

для предкамерных дизелей  $\alpha = 1,3 - 1,6$ ;

$L'_o$  — стехиометрическое соотношение, количество воздуха, кг, теоретически необходимое для сгорания топлива массой 1 кг,  $kg/kg$ . Для дизельного топлива среднего элементарного состава ( $C = 0,87$ ,  $H = 0,126$ ,  $O = 0,004$ )  $L'_o = 14,33$   $kg/kg$ .

Допустимые значения нормируемых показателей дымности для двигателей после капитального ремонта не должны более чем на 29 % превышать значения, приведенные в таблице 12.

Исходные данные для выполнения задания приведены в таблице 14.

Таблица 14

Исходные данные по судовым двигателям (ориентировочные значения)							
№ вар.	Смесеобразование	$b_c$ кг/(кВт-ч)	$P_{ном}$ , кВт	Состояние выпускных газов	$K$ , м <sup>-1</sup>	N, %	FSN
1	пленочное	0,2	100	сухое	1,5	51	3,4
2	пленочное	0,2	150	сухое	1,1	43	3,6
3	объемное	0,21	200	сухое	0,82	30	2,8
4	объемное	0,21	250	сухое	0,25	12	1,1
5	объемн.-плен.	0,22	300	сухое	0,67	25	2,3
6	объемн.-плен.	0,22	350	влажное	0,63	26	2,3
7	вихрекамерное	0,22	400	влажное	0,7	28	2,7
8	вихрекамерное	0,23	450	влажное	0,63	24	2,4
9	предкамерное	0,24	500	влажное	0,74	25	2,4
10	предкамерное	0,25	550	влажное	0,71	25	2,5

#### Практическое занятие № 4 Расчет сборных емкостей судна.

Данное занятие знакомит студентов с основными механизмами расчета различных аспектов экологической безопасности судов. В процессе выполнения заданий студенты рассчитывают автономность плавания судна, выбросы взвешенных веществ и дымности судовых энергетических установок.

##### 1) Расчет сборного танка для льяльных вод

Любое судно, оснащенное фильтрующим оборудованием, должно быть оборудовано танком (танками) для сбора льяльных вод машинных помещений, вместимость которых определяется по формулам, приведенным в табл. 1.

Таблица 1

##### Формулы для расчета танка льяльных вод

Мощность главного двигателя $P$ , кВт	Вместимость танка, м <sup>3</sup>
До 1 000	4,0
1 000 - 20 000	$P/250$
Свыше 20 000	$40 + P/250$

*Задание 1.* Рассчитать вместимость танка для сбора льяльных вод следующих судов:

- главный двигатель которого имеет мощность 900 кВт;
- главный двигатель которого имеет мощность 15 000 кВт;
- главный двигатель которого имеет мощность 30 000 кВт.

Начертить рассчитанные танки с указанием размеров.

##### 2) Расчет танка для сбора нефтяных остатков (шлама)

Любое судно валовой вместимостью 400 рег.т и более должно быть оборудовано танком или танками для сбора нефтяных остатков (шлама), минимальная вместимость которых в кубических метрах должна рассчитываться по формулам:

- для судов, которые не перевозят водяной балласт в топливных танках,  
 $V_I = K_I C D$ ,

где  $K_1$  – коэффициент, равный: 0,015 – для судов, на которых тяжелое топливо для главных двигателей подвергается пурификации перед употреблением; 0,005 – для судов, на которых дизельное или тяжелое топливо не требует пурификации перед употреблением

$C$  – суточный расход топлива, м<sup>3</sup>;

$D$  – максимальная продолжительность рейса между портами, в которых нефтяные остатки могут быть сданы в приемные сооружения, сут (если продолжительность рейса неизвестна, ее следует принимать равной 30 сут);

2. для судов, оборудованных гомогенизаторами, инсинераторами для сжигания нефтяных остатков или иными одобренными Регистром устройствами для обезвреживания нефтяных остатков на борту судна,

$V_1 = 50\%$  величины, определенной в п.1, или

1 м<sup>3</sup> при валовой вместимости от 400 до 4 000 или

2 м<sup>3</sup> при валовой вместимости 4 000 и более, в зависимости от того, что больше;

3. для судов, перевозящих водяной балласт в топливных танках,

$V_2 = V_1 + K_2 B$ ,

где  $V_1$  – расчетное значение по п.1 или п.2;

$K_2$  – коэффициент, равный 0,01 – для бункерных танков тяжелого топлива; 0,005 – для бункерных танков дизельного топлива;

$B$  – вместимость балластных танков, которые могут быть использованы также для перевозки нефтяного топлива, т.

**Задание 2.** Рассчитать и начертить сборный танк для нефтешлама при следующих условиях:

а) судно имеет валовую вместимость 2481 рег.т, работает на тяжелом топливе, требующего пурификации. Суточный расход топлива составляет 10 м<sup>3</sup>, максимальная продолжительность рейса – 18 сут.

б) судно перевозит водяной балласт в топливных танках, работает на дизельном топливе расходом 25 м<sup>3</sup>/сут.

### 3) Расчет танка для накопления дренажа и утечек нефти

Отдельный танк (танки) для накопления дренажа и утечек нефти должен иметь вместимость, указанную в табл. 2

Таблица 2

Формулы для расчета вместимости танка для накопления дренажа

Мощность главного двигателя Р, кВт	Вместимость танка, м <sup>3</sup>
До 10 000	$\frac{20 D P}{10^6}$
Свыше 10 000	$D(0,2 + (7 \times \frac{P - 10 000}{10^6}))$
<i>Примечание.</i> $D$ – максимальная продолжительность рейса между портами, в которых дренаж и утечка нефти могут быть сданы в приемные сооружения, сут. Если продолжительность рейса неизвестна, ее следует принимать равной 30 сут	

Вместимость отдельного танка (танков) для накопления отработанных масел на судах, на которых главные и вспомогательные механизмы требуют полной замены смазочного масла в море, определяется из расчета 1,5 м<sup>3</sup> на каждые 1 000 кВт мощности главного двигателя.

**Задание 3.** Определить вместимость танков для накопления дренажа и утечек нефти, а также для накопления отработанных масел для судна, имеющего двигатель мощностью 5 000 и 15 000 кВт.

#### 4) Расчет суммарной вместимости сборных цистерн

Регистру должен быть предоставлен согласованный с заказчиком расчет суммарной вместимости сборных цистерн с учетом предполагаемого района и режима эксплуатации судна и числа людей на борту.

Расчет вместимости сборных цистерн,  $m^3$ , может производиться по следующей формуле

$$V = n D q,$$

где  $n$  – максимальное число людей на борту;

$D$  – количество дней в районах с запрещенным сбросом сточных вод;

$q$  – норматив образования сточных вод,  $m^3/(\text{чел. сут})$ ,  $q = 0,05 m^3/(\text{чел. сут})$ .

**Задание 4.** Рассчитать вместимость сборных цистерн для следующих судов:

а) 50 человек на борту, количество дней в районах с запрещенным сбросом сточных вод – 5 сут.;

б) 23 человека на борту, количество дней в районах с запрещенным сбросом сточных вод – 10 сут.

#### 5) Расчет вместимости контейнеров для мусора

Минимальные емкости для хранения мусора всех видов (суммарный объем контейнеров) определяется по табл. 3.

Таблица 3

Суммарный объем контейнеров для сбора мусора на судах

	Общий (полный) тоннаж						суда, перевозящие более 50 человек
	до 400		400-1600	1600-4000	4000-10000	10000 и более	
	до 10 человек	до 50 человек					
Минимальная общая вместимость контейнеров для мусора, $m^3$	0,1	0,5	0,4	1,2	2,5	5,0	1,0 $m^3$ на 100 человек в день

**Задание 5.** Определить минимальный суммарный объем контейнеров для мусора при следующих условиях:

а) судно имеет тоннаж 15 000 и 28 человек на борту;

б) судно имеет тоннаж 15 000 и 58 человек на борту.

### Практическое занятие № 4

#### *Международное и национальное законодательство в области обеспечения предотвращения морской среды судами*

На данном практическом занятии выполняется ситуационный анализ конкретного случая реальной жизни, его осмысление.

Case.

Судно, описание технических характеристик которого приведено ниже, выходит из порта Мурманск и направляется в Баренцево море для ловли рыбы.

*Проект 333 (Атлантик-333), тип Орлёнок*

*Рыболовный траулер морозильный (РТМ)*

Назначение:

— лов рыбы донными или пелагическими травами;

— сортировка, мойка и замораживание в неразделанном виде;

- частичное потрошение;
- выработка рыбьего жира (из печени) и рыбной муки;
- транспортирование продукции в порт.

Место постройки:

Фольксверфь (Volkswerft Stralsund) (ГДР, г. Штральзунд).

Год начала постройки судов данного типа: 1981

Год окончания постройки судов данного типа: 1987

Количество построенных единиц: 154

Район плавания: неограниченный

Класс Регистра: КМ(\*) L2 AUT2 fishing vessel

Характеристики:

Длина наибольшая, м: 62,25

Длина между перпендикулярами, м: 55

Ширина наибольшая, м: 13,82

Высота борта до верхней палубы, м: 9,2

Осадка средняя в грузу, м: 5,3

Водоизмещение наибольшее, т: 2508

Дедвейт, т: 772

Грузоподъемность, т: 308

Температура в трюмах, С: -28

Скорость, уз: 13,17

Автономность плавания по запасам топлива, сут: 27

Количество коечных мест: 40

Энергетическая установка: дизель-редукторная

Мощность главного двигателя, кВт(л.с.): 2x880 (1200)

Производительность технологических линий:

— мороженой продукции: 30 т/сут

— кормовой рыбной муки и технического жира (по сырью): 12 т/сут

— полуфабриката медицинского жира (по сырью): 4,8 т/сут

На практическом занятии студенты делятся на 2 – 3 команды, которые обсуждают изученный case по следующим вопросам:

1. Какие правила национального законодательства в области предотвращения загрязнения морей должны выполнять члены экипажа?
2. Какие технические средства по предотвращению загрязнения морей должно быть на судне?

Команды формулируют общие ответы на поставленные вопросы и капитан команды докладывает их перед группой, после чего студенты переходят к общему обсуждению.

### ***7 Ликвидация аварийных разливов нефти в арктических условиях.***

На данном практическом занятии выполняется ситуационный анализ конкретного случая реальной жизни, его осмысление. А также производят расчет возможного разлива нефти.

За основу расчета предполагаемого вылива нефти из грузовых танков нефтеналивных судов принимается условие, что повреждение захватывает пространство в форме параллелепипеда, прилегающего к борту и днищу судна и имеющего размеры соответственно указанным в табл. 1 и 2.

Таблица 1 - Условное повреждение борта

Протяженность повреждения	Принимаемая расчетная величина
Продольная $l_c$	$1/3 L^{2/3}$ или 14,5 м, в зависимости от того, что меньше
Поперечная $t_c$ (измеряется от внутренней поверхности наружной обшивки под прямыми углами к диаметральной плоскости на уровне, соответствующем назначенному летнему надводному борту)	$B/5$ или 11,5 м, в зависимости от того, что меньше
Вертикальная $V_c$	Вверх от основной линии без ограничений

Таблица 2 - Условное повреждение днища

Протяженность повреждения	Район повреждения	Принимаемая расчетная величина
Продольная $l_s$	На протяжении $0,3L$ от носового перпендикуляра В любой другой части судна	$L/10$ $L/10$ или 5 м, в зависимости от того, что меньше
Поперечная $t_s$	На протяжении $0,3L$ от носового перпендикуляра В любой другой части судна	$B/6$ или 10 м, в зависимости от того, что меньше 5 м
Вертикальная от основной линии $V_s$	В любой части судна	$B/15$ или 6 м, в зависимости от того, что меньше

При повреждении днища принимаются два дополнительных условия, которые должны учитываться отдельно применительно к определенным районам условных повреждений корпуса.

1.1 Расчет предполагаемого вылива нефти при повреждении борта  $O_c$  и днища  $O_s$  для отсеков, затронутых повреждением в любом возможном месте по длине судна, при условии, что размеры этих повреждений определяются согласно 1, производится по формулам:

При повреждении борта:

$$O_c = \sum W_i + \sum K_i C_i ; \quad (1)$$

При повреждении днища:

$$O_s = \frac{1}{3} (\sum Z_i W_i + \sum Z_i C_i) , \quad (2)$$

где  $W_i$  - объем бортового танка, предположительно поврежденного, как указано в п. 1, куб. м. Для танка изолированного балласта  $W_i$  может приниматься равным нулю;

$C_i$  - объем центрального танка, предположительно поврежденного, как указано в п. 1, куб. м. Для танка изолированного балласта  $C_i$  может приниматься равным нулю.

$$K_i = 1 - b_i / t_c; \text{ при } b_c \geq t_i \quad K = 0;$$

$$Z_i = 1 - h_i / V_s ; \text{ при } h_i \geq V_s \quad Z = 0;$$

$b_i$  - ширина рассматриваемого бортового танка, измеренная от внутренней поверхности наружной обшивки под прямым углом к диаметральной плоскости на уровне, соответствующем назначенному летнему надводному борту, м.

Если ширина какого-либо танка не постоянна по длине судна, то при оценке предполагаемых выливов нефти  $O_c$  и  $O_s$  должно приниматься наименьшее значение ширины для этого танка;

$h_i$  - минимальная высота рассматриваемого междудонного пространства, м. При отсутствии двойного дна  $h_i$  принимается равной нулю.

1.2. Если незаполненное пространство или танк изолированного балласта длиной  $l_i$  меньше длины  $l_c$ , указанной в табл. 4, расположены между бортовыми грузовыми танками, то величина  $O_c$  может быть рассчитана по формуле

$$O_c = \sum W_i S_i,$$

где  $S_i = 1 - l_i / l_c$ .

При этом, если бортовые танки имеют одинаковую вместимость, принимается величина  $W_i$ , которая является истинным объемом одного такого танка, а при разной вместимости бортовых танков принимается величина  $W_i$ , которая является объемом меньшего танка.

1.3. При расчете предполагаемого вылива нефти при повреждении днища  $O_s$  учитываются только танки двойного дна, которые остаются порожними либо заполненными чистой водой, если груз перевозится в грузовых танках, расположенных над ними. Если двойное дно не распространяется на полную длину и ширину рассматриваемого грузового танка, оно не учитывается в расчетах, и объем грузовых танков над участком поврежденного днища должен учитываться в формуле (2), даже если этот грузовой танк не считается поврежденным из-за наличия частичного двойного дна.

1.4. При определении высоты  $h_i$  приемные колодцы можно не учитывать при условии, что их площадь не превышает 0,5% площади днища грузового танка, а их глубина не превышает 1/2 высоты двойного дна. Если глубина приемного колодца больше 1/2 высоты двойного дна, высота  $h_i$  должна приниматься равной высоте двойного дна за вычетом глубины приемного колодца.

1.5. Если повреждение днища охватывает одновременно четыре центральных танка, величина предполагаемого вылива нефти при повреждении днища  $O_s$  может быть рассчитана по формуле

$$O_s = \frac{1}{4} (\sum Z_i W_i + \sum Z_i C_i).$$

На данном практическом занятии выполняется ситуационный анализ конкретного случая реальной жизни, его осмысление.

#### Case.

Полупогружная нефтяная платформа Deepwater Horizon сверхглубоководного бурения с системой динамического позиционирования была построена южнокорейской судостроительной компанией Hyundai Heavy Industries по заказу R&B Falcon, которая в 2001 году вошла в состав Transocean Ltd. Нефтяная платформа Deepwater Horizon была заложена 21 марта 2000 года и спущена на воду 23 февраля 2001 года.

Платформа Deepwater Horizon в 2001 году была сдана в аренду ВР на три года, и в июле 2001 года она прибыла в Мексиканский залив, впоследствии срок аренды неоднократно продлевался, так в 2005 году договор был перезаключён на срок с сентября 2005 года до сентября 2010 года, позже он был продлён ещё раз на срок с сентября 2010 года до сентября 2013 года.

В феврале 2010 года платформа Deepwater Horizon приступила к бурению скважины на глубине 1500 метров на месторождении Макондо. Лицензия на разработку месторождения Макондо была продана на аукционе в марте 2008 года ВР, впоследствии она продала 25% Anadarko и 10% MOEX Offshore 2007 LLC (дочерняя компания Mitsui).

20 апреля 2010 года в 22:00 по местному времени или в 7:00 MSK (UTC+4) 21 апреля 2010 года на платформе Deepwater Horizon произошёл взрыв. После взрыва на платформе начался пожар, который безуспешно пытались потушить с пожарных судов, при этом столб дыма поднимался на высоту 3000 метров. Пожар длился 36 часов и 22 апреля 2010 года нефтяная платформа Deepwater Horizon затонула. В момент взрыва на платформе Deepwater Horizon находилось 126 человек, из них 79 сотрудников Transocean Ltd. (в том числе командир платформы капитан Curt Kuchta), 7 сотрудников ВР, остальные были сотрудниками Anadarko, Halliburton и M-I SWACO.

В результате взрыва 11 человек пропали без вести (первоначально сообщалось о 15 пропавших без вести), их поиски были прекращены в ночь на 24 апреля 2010 года. Среди погибших, которые были местными жителями, было 9 сотрудников Transocean Ltd. и 2 сотрудника M-I SWACO.

115 человек удалось эвакуировать, в том числе 17 раненых были эвакуированы вертолётами. По состоянию на 23 апреля 2010 года в больницах оставались лишь двое пострадавших, состояние их здоровья не вызывало опасений у врачей.

В конце июня 2010 года появились сообщения о гибели ещё 2 человек при ликвидации последствий катастрофы.

Разлив нефти продолжался 152 дня с 20 апреля по 19 сентября 2010 года, за это время из скважины в Мексиканский залив вытекло около 5 миллионов баррелей нефти. По первоначальным оценкам, в воды Мексиканского залива попадало 1000 баррелей нефти в сутки, позже, к концу апреля 2010 года, объем утечки нефти оценивался в 5000 баррелей нефти в сутки. По данным Геологической службы США, обнародованным 10 июня 2010 года, количество вытекавшей до 3 июня нефти составляло от 20 000 до 40 000 баррелей нефти.

20 июня 2010 года сенатор от Демократической партии США Эд Марки (Ed Markey) обнародовал внутренний документ компании BP, согласно которому объём ежедневно вытекающей из скважины нефти достигает объёма 100 000 баррелей, к этому времени правительство США оценивало объём выброса нефти в 60 000 баррелей в сутки. После обнародования этих данных официальный представитель BP Тоби Одоун выступил с заявлением о том, что BP не допускали недооценки объёмов разлива нефти. О том, что объёмы утечки нефти могут составлять до 100 000 баррелей заявлял ещё 2 мая 2010 года Министр внутренних дел США Кен Салазар.

К началу августа 2010 года объём утечки нефти составлял 80 000 баррелей нефти в сутки, но она почти полностью собиралась специальными куполами (заглушка) и судами.

Нефтяное пятно достигло площади 75 тысяч квадратных километров. По состоянию на 23 апреля 2010 года площадь нефтяного пятна составила 250 квадратных километров, а уже к концу апреля 2010 года нефтяное пятно достигло размеров 72 км на 169 км. По состоянию на 29 апреля 2010 года нефтяное пятно достигло в окружности 965 километров и находилось на расстоянии 34 километров от побережья штата Луизиана. Вечером 29 апреля 2010 года нефтяное пятно достигло устья реки Миссисипи, 6 мая 2010 года нефть была обнаружена на острове Фримейсон архипелага Шанделур, входящем в один из старейших заповедников США, штат Луизиана. 4 июня 2010 года нефть появилась на пляже города Пенсакола штат Флорида, считающимся одним из «самых белых пляжей». 28 июня 2010 года нефть достигла штата Миссисипи, где были загрязнены пляжи в 16 километрах от города Билокси. 6 июля сгустки нефти были обнаружены на пляжах в окрестностях городов Галвестон и Техас-Сити штата Техас, также нефтяные сгустки были обнаружены в крупнейшем озере штата Луизиана Пончартрейн.

Кроме того, были обнаружены многочисленные подводные шлейфы нефти, так в мае 2010 года были сообщения о существовании шлейфов нефти размерами до 10 миль в длину, до 3 миль в ширину и 300 футов толщиной. По состоянию на август 2010 года размер подводного шлейфа нефти достигал 35 километров в длину на глубине 1100 метров, пробы, взятые из шлейфа показали концентрацию моноароматических нефтяных углеводородов более 50 микрограмм на литр.

В результате разлива нефти было загрязнено 1100 миль побережья, был введён запрет на рыбную ловлю, для промысла были закрыты более трети всей акватории Мексиканского залива. От нефти пострадали все штаты США, имеющие выход к Мексиканскому заливу, сильнее всего пострадали штаты Луизиана, Алабама, Миссисипи и Флорида.

По данным на 25 мая 2010 года на побережье Мексиканского залива было обнаружено 189 мертвых морских черепах, птиц и других животных, на тот момент разлив нефти угрожал более 400 видам животных, в том числе китам и дельфинам.

По состоянию на 2 ноября 2010 года было собрано 6814 мёртвых животных, в том числе 6104 птицы, 609 морских черепах, 100 дельфинов и других млекопитающих, и одна рептилия другого вида.

По данным Управления особо охраняемых ресурсов Национального управления океанических и атмосферных управлений в 2010—2011 годы зафиксировано повышение смертности китообразных на севере Мексиканского залива в несколько раз по сравнению с предыдущими годами (2002—2009 годы).

На практическом занятии студенты делятся на 2 – 3 команды, которые обсуждают изученный case по следующим вопросам:

1. Каковы, на Ваш взгляд, причины аварии?
2. Как Вы можете оценить экологическую безопасность морской платформы?
3. Какие методы ликвидации аварийных разливов нефти можно было применить для устранения последствий крушения морской платформы?

Команды формулируют общие ответы на поставленные вопросы и капитан команды докладывает их перед группой, после чего студенты переходят к общему обсуждению.

### **3. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы**

Контрольная работа одна из форм проверки и оценки усвоенных знаний, а также получения информации об уровне самостоятельности и активности обучающихся. Конкретные формы контрольных работ, перечень контрольных заданий, требования к оформлению размещены в ЭИОС МГТУ.

Контрольная работа предусматривается после изучения определенного раздела (разделов) дисциплины и представляет собой письменную работу, выполненную в соответствии с заданиями.

Выполнение контрольной работы позволяет усвоить отношения между понятиями или отдельными разделами темы, закрепить теоретические знания, развить готовность использовать индивидуальные способности для решения профессиональных и исследовательских задач.

Контрольная работа выполняется в виде письменных ответов на вопросы, выбираемых согласно варианту (последняя цифра зачетной книжки).

#### **Вариант 1**

1. В районе Антарктиды, на расстоянии 26 морских миль от ближайшего берега, с судна сбрасываются пищевые отходы. Является ли это нарушением Конвенции МАРПОЛ 73/78?
2. Есть ли необходимость судовой системы контроля при сбросе нефте-содержащих вод с танкера? С судна (не танкера) валовой вместимостью меньше 400 рег т?
3. Как Вы понимаете термин "экологическая безопасность судоходства"?
4. Где фиксируется пломбировка отливных клапанов, каково содержание записи?
5. Перечислите условия сброса хозяйственно-бытовых вод с судов согласно Российскому законодательству.
6. Где производится запись об уничтожении (утилизации) или сдаче промасленной ветоши?
7. Опишите действия в случае возникновения аварийной ситуации при плавании во льдах.
8. Перечислите условия сбора и хранения мусора (по категориям) на судне.
9. Какие акватории Мирового океана относятся к "особым районам" для правил Приложения 6 Конвенции МАРПОЛ 73/78?
10. Что такое территориальные воды, район водопользования?

11. Приведите классификацию боновых заграждений. Каковы условия их применения?

### Вариант 2

1. Перечислите правила сброса мусора в море (за пределами особых районов) согласно Конвенции МАРПОЛ 73/78.

2. Будет ли нарушена Конвенция МАРПОЛ 73/78, если с судна (не танкера) произведен сброс нефтесодержащих вод в территориальном море? Содержание нефти в сбросе  $17 \text{ млн}^{-1}$ . Поясните.

3. Приведите основные показатели качества морской воды.

4. Каким образом контролируется интенсивность подачи бункера (топлива) в процессе бункеровки судна?

5. Какие операции регистрируются в Журнале нефтяных операций, часть II?

6. Перечислите условия сброса промывочных вод после перевозки вредных веществ категории X наливом.

7. Перечислите технические средства по предотвращению загрязнения морей, которыми должно быть оснащено судно.

8. Опишите правила мойки топливных цистерн.

9. Перечислите и опишите основные методы очистки сточных вод, применяемые в установках по очистке и обеззараживанию сточных вод.

10. Что такое мгновенная интенсивность сброса нефти?

11. Изобразите схему и опишите принцип действия инсинератора ASWI-402A.

### Вариант 3

1. Будет ли нарушена Конвенция МАРПОЛ 73/78, если с судна, находящегося в Черном море, на расстоянии 15 миль от ближайшего берега, будут сбрасываться пищевые отходы? Поясните.

2. В каких случаях сброс нефтесодержащих вод со степенью очистки нефти более  $15 \text{ млн}^{-1}$  не является нарушением МАРПОЛ 73/78?

3. Что означает: а) балласт грязный, б) балласт чистый?

4. Имеет ли право производить пломбировку клапанов представитель берега? Что нужно сделать в этом случае?

5. Каков порядок удаления с судна промасленной и загрязненной нефтью или вредными веществами ветоши (обтирки)?

6. Где делается запись о сливе (сбросе) за борт через сепарационно-фильтрующее оборудование нефтесодержащих вод в открытом море?

7. Дайте определение термину "зона экологического комфорта".

8. Какие параметры очищенных и обеззараженных сточных вод установлены Резолюциями ИМО для установок по обработке и обеззараживанию сточных вод?

9. Какие акватории Мирового океана относятся к "особым районам" для правил Приложения V конвенции МАРПОЛ 73/78?

10. Что такое "особый район", "коли-индекс"?

11. Какую информацию содержит разрешение на добычу водных биоресурсов?

### Вариант 4

1. Будет ли нарушена Конвенция МАРПОЛ 73/78, если с судна в особом районе, на расстоянии 30 миль от ближайшего берега, будут сбрасываться картонные коробки?

2. Были ли нарушения МАРПОЛ 73/78, если в территориальных водах с танкера сбросили промывочные воды? Ответ поясните.

3. Расшифруйте аббревиатуру ИМО. Опишите сферу деятельности и структуру ИМО.

4. Какие акватории Мирового океана относятся к "особым районам" для правил Приложения I конвенции МАРПОЛ 73/78?

5. У кого должен храниться пломбиратор отливных клапанов судна?

6. Как доказать, что в рейсе нефтешлам не сбрасывался за борт?

7. Где производится запись о перекачке нефтесодержащих льяльных вод в танк-накопитель?

8. Какое наказание предусмотрено за экологические правонарушения Уголовным кодексом РФ?
9. Какое оборудование по утилизации мусора необходимо иметь на судне по требованиям конвенции МАРПОЛ 73/78?
10. Что такое хозяйственно-бытовые воды (для судов), БПК<sub>5</sub>?
11. Перечислите основные способы утилизации мусора на судах.

#### Вариант 5

1. Будет ли нарушена конвенция МАРПОЛ 73/78, если на расстоянии 10 миль от ближайшего берега с судна сбрасываются измельченные пищевые отходы? Поясните.
2. Каковы правила сброса нефтесодержащих вод с судов, перевозящих большое количество топлива (товарного) в территориальных водах?
3. Каковы методы очистки нефтесодержащих вод? Какие из них преимущественно используются в судовых сепараторах льяльных вод? Приведите пример.
4. Что такое "САЗРИУС" и где такая система должна устанавливаться?
5. Каковы правила пломбировки отливных клапанов судна?
6. Какие операции фиксируются в разделе (код) "Д", "Е", "Н", "Г" ЖНО, часть I?
7. Каковы условия сброса мусора в "особых районах"?
8. На какие суда распространяются правила Приложения IV конвенции МАРПОЛ 73/78, совершающих рейсы в особых районах?
9. Что такое сточные воды (для судов)?
10. Какое наказание и за что предусматривает "Кодекс об административных правонарушениях" в области охраны окружающей природной среды (применительно к судам)?
11. Опишите правила сброса воды из отстойных танков.

#### Вариант 6

1. Можно ли сбрасывать пищевые отходы на расстоянии 10 миль от ближайшего берега согласно правил конвенции МАРПОЛ 73/78? Ответ поясните.
2. Можно ли произвести сброс нефтесодержащих вод с судна в открытом море, если степень очистки 25млн<sup>-1</sup>? Ответ поясните.
3. Что необходимо сделать при приеме чистого балласта?
4. Каких и где производится пломбировка отливных клапанов судна?
5. Какие операции фиксируются в разделе (код) "С" ЖНО, часть I? Какова форма записи?
6. Какие наказания предусмотрены в РФ за неведение или неправильное ведение ЖНО, журнала операций с мусором, журнала операций со сточными водами, журнала регистрации операций с вредными веществами, перевозимыми наливом, в упаковке и контейнерах?
7. Перечислите общие требования к судовым операциям, связанным с передачей топлива с судна на судно.
8. Укажите правила выбросов с судов оксидов азота (NO<sub>x</sub>) согласно МАРПОЛ 73/78.
9. В каких морских районах разрешается работа судовой прачечной со сбросом за борт?
10. Что такое инцидент, внутренние морские воды РФ?
11. Опишите методы очистки нефтесодержащих вод в судовых условиях и укажите достигаемую степень очистки.

#### Вариант 7

1. Можно ли сбрасывать в море пластмассы на расстоянии 60 морских миль от берега? Ответ поясните.
2. Можно ли производить сброс нефтесодержащих вод из льял машинного отделения с танкеров в открытом море, если степень очистки составляет 14 млн<sup>-1</sup>? Ответ поясните.
3. Каким международным документом определена гражданская ответственность за загрязнение моря нефтью?
4. Каким международным документом определена необходимость ведения Журнала нефтяных операций?

5. Какие операции заносятся в раздел (код) "А" и "В" ЖНО, часть I? Форма записи.
6. Перечислите действия вахтенного помощника капитана при обнаружении пятна нефти при стоянке в порту. Какие принимаются меры по доказательству невинности экипажа судна в загрязнении?
7. В каких морских районах разрешен сброс сточных вод без очистки и обеззараживания согласно МАРПОЛ 73/78? Назовите условия сброса.
8. Какие виды морских экосистем Вы знаете? Дайте их краткую характеристику.
9. Перечислите "особые районы" для правил Приложения II конвенции МАРПОЛ 73/78.
10. Что такое ближайший берег, исключительная экономическая зона РФ?
11. Перечислите способы удаления сточных вод с судов.

#### **Вариант 8**

1. Перечислите правила сброса мусора в море (кроме особых районов) согласно конвенции МАРПОЛ 73/78.
2. Будет ли нарушена Конвенция МАРПОЛ 73/78, если с судна (не танкера) произведен сброс нефтесодержащих вод в территориальном море? Содержание нефти в сбросе 30 млн<sup>-1</sup>. Ответ поясните.
3. Какие категории мусора и на каком расстоянии от ближайшего берега можно сбрасывать в районе Карибского моря?
4. Каким образом контролируется интенсивность подачи бункера (топлива) в процессе бункеровки судна?
5. Какие операции регистрируются в Журнале нефтяных операций, часть II?
6. Перечислите условия сброса промывочных вод после перевозки вредных веществ категории X наливом.
7. Приведите требования к оснащению судов техническими средствами по предотвращению загрязнения моря с судов.
8. Опишите мойку топливных цистерн.
9. На какие типы судов выдается разрешение на добычу водных биоресурсов?
10. Что такое мгновенная интенсивность сброса нефти?
11. Изобразите схему и опишите принцип действия сепаратора льяльных вод (одного, на Ваш выбор).

#### **Вариант 9**

1. Каковы требования МАРПОЛ 73/78 к сбросу нефтесодержащих вод с танкеров в открытом море?
2. Перечислите правила сброса мусора вне особых районов.
3. Какие экологические факторы являются лимитирующими в морских экосистемах?
4. Какие из судовых журналов служат доказательством соответствия действий администрации судна требованиям конвенции МАРПОЛ 73/78?
5. Перечислите условия сброса сточных вод согласно конвенции МАРПОЛ 73/78.
6. Каким международным документом определены условия вмешательства государства в инцидент, происходящий в открытом море?
7. В каких случаях возможна задержка судна по Парижскому меморандуму?
8. Какие категории вредных веществ, представляющих опасность для морских ресурсов или здоровья человека, установлены конвенцией МАРПОЛ 73/78?
9. Перечислите общие требования, связанные с охраной окружающей среды при производстве балластных операций.
10. Что означает запись млн<sup>-1</sup>? Что подразумевается под термином "второй пояс зоны санитарной охраны"?
11. Изобразите схему и опишите принцип действия инсинератора (одного, на Ваш выбор).

#### **Вариант 10**

1. Какие конвенционные категории судов выделены в Приложении I конвенции МАРПОЛ 73/78?

2. Какие сточные воды можно сбрасывать в территориальном море согласно МАРПОЛ 73/78?
3. Каким образом обеспечивается экологическая безопасность судна?
4. Какие документы подтверждают одобрение прибора контроля нефте-содержания (сигнализатора) Российским Морским Регистром Судоходства?
5. После чего "Ответственное лицо" за бункеровку имеет право начать прием или передачу топлива?
  
7. Судно валовой вместимостью 10 000 рег. т движется на расстоянии 25 морских миль от ближайшего берега в Оманском заливе. Возможен ли сброс льяльных вод за борт? Если да, то при каких условиях?
8. Какое приложение конвенции МАРПОЛ 73/78 требует ведения Журнала озоноразрушающих веществ?
9. Как часто подвергаются суда осмотру или инспектированию по Парижскому меморандуму?
10. Перечислите особые случаи сброса сточных вод и мусора.
11. Изобразите схему и опишите принцип действия одного сепаратора льяльных вод (на Ваш выбор).

#### **4. Групповые и индивидуальные консультации**

Слово «консультация» латинского происхождения, означает «совещание», «обсуждение».

Консультации проводятся в следующих случаях:

- когда необходимо подробно рассмотреть практические вопросы, которые были недостаточно освещены или совсем не освещены в процессе лекции;
- с целью оказания консультативной помощи при подготовке к промежуточной аттестации, участию в конференции и др.);
- если обучающемуся требуется помощь в решении спорных или проблемных вопросов возникающих при освоении дисциплины.

Идя на консультацию, необходимо хорошо продумать вопросы, которые требуют разъяснения. В частности, если затруднение возникло при изучении теоретического материала, то конкретно укажите, что вам непонятно, на какой из пунктов обобщенных планов вы не смогли самостоятельно ответить.

Если же затруднение связано с решением задачи или оформлением отчета о лабораторной работе, то назовите этап решения, через который не могли перешагнуть, или требование, которое не можете выполнить.

#### **5. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы**

Успешное освоение компетенций, формируемых учебной дисциплиной, предполагает оптимальное использование времени для самостоятельной работы.

Самостоятельная работа обучающегося - деятельность, которую он выполняет без непосредственного участия преподавателя, но по его заданию, под его руководством и наблюдением. Обучающийся, обладающий навыками самостоятельной работы, активнее и глубже усваивает учебный материал, оказывается лучше подготовленным к творческому труду, к самообразованию и продолжению обучения.

Самостоятельная работа может быть аудиторной и внеаудиторной. Границы между этими видами работ относительны, а сами виды самостоятельной работы пересекаются.

Аудиторная самостоятельная работа осуществляется во время проведения учебных занятий по дисциплине (модулю) по заданию преподавателя. Включает в себя:

- выполнение самостоятельных работ, участие в тестировании;
- выполнение контрольных, практических и лабораторных работ;

- решение задач и упражнений, составление графических изображений (схем, диаграмм, таблиц и т.п.);
- работу со справочной, методической, специальной литературой;
- оформление отчета о выполненных работах;
- подготовка к дискуссии, выполнения заданий в деловой игре и т.д.

Внеаудиторная самостоятельная работа (в библиотеке, в лаборатории МГТУ, в домашних условиях, в специальных помещениях для самостоятельной работы в МГТУ и т.д.) является текущей обязательной работой над учебным материалом (в соответствии с рабочей программой), которая не предполагает непосредственного и непрерывного руководства со стороны преподавателя.

Внеаудиторная самостоятельная работа по дисциплине может включать в себя:

- подготовку к аудиторным занятиям (лекциям, практическим занятиям, лабораторным работам и др.) и выполнение необходимых домашних заданий;
- работу над отдельными темами дисциплины (модуля), вынесенными на самостоятельное изучение в соответствии с рабочей программой;
- проработку материала из перечня основной и дополнительной литературы по дисциплине, по конспектам лекций;
- другие виды самостоятельной работы.

Содержание самостоятельной работы определяется рабочей программой дисциплины. Задания для самостоятельной работы имеют четкие календарные сроки выполнения.

Выполнение любого вида самостоятельной работы предполагает прохождение обучающимся следующих этапов:

1. Определение цели самостоятельной работы.
2. Конкретизация познавательной (проблемной или практической) задачи.
3. Самооценка готовности к самостоятельной работе по решению поставленной или выбранной задачи.
4. Выбор адекватного способа действий, ведущего к решению задачи (выбор путей и средств для ее решения).
5. Планирование (самостоятельно или с помощью преподавателя) самостоятельной работы по решению задачи.
6. Реализация программы выполнения самостоятельной работы.
7. Самоконтроль выполнения самостоятельной работы, оценивание полученных результатов.
8. Рефлексия собственной учебной деятельности.

### **Работа с научной и учебной литературой**

Работа с учебной и научной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к контрольным работам, тестированию, зачету.

В процессе работы с учебной и научной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы, которые).

Выбрав нужный источник, следует найти интересующий раздел по оглавлению или алфавитному указателю, а также одноименный раздел конспекта лекций или учебного пособия. В случае возникших затруднений в понимании учебного материала следует обратиться к другим источникам, где изложение может оказаться более доступным. Необходимо отметить, что работа с литературой не только полезна как средство более

глубокого изучения любой дисциплины, но и является неотъемлемой частью профессиональной деятельности будущего выпускника.

## Методические рекомендации к изучению тем дисциплины

### Тема 1. Теоретические основы химии воды.

Физико-химические свойства воды и растворов. Физико-химические константы воды. Понятие о системах, фазах и компонентах.

Диаграмма состояния воды. Растворимость веществ в воде. Способы выражения концентрации растворов. Электролитическая диссоциация воды.

#### Методические рекомендации:

Изучение данного раздела курса следует начинать с разбора физических свойств чистой воды. Следует помнить, что молекула воды полярна, имеет угловую конфигурацию и дипольный момент 1,84. Вследствие смещения связывающих электронных пар к более электроотрицательному кислороду, молекулы воды за счет возникновения водородной связи могут соединяться по несколько между собой, образуя ассоциации. Химически чистая вода обладает рядом свойств, резко отличающих ее от других химических соединений. Эти особые свойства называют *аномалиями воды*:

1. При нагревании от 0 до 4 °С плотность воды увеличивается. При дальнейшем нагревании она уменьшается.
2. При замерзании вода расширяется, т.е. плотность льда при 0 °С (0,916 г/см<sup>3</sup>) меньше, чем плотность воды, из которой он образовался (0,999 г/см<sup>3</sup>).
3. С увеличением давления температура замерзания воды понижается.
4. Удельная теплоемкость воды значительно больше удельной теплоемкости других веществ (при  $t = 20$  °С она составляет 0,999 кал/ч·град.).
5. Высокая диэлектрическая постоянная (81) делает воду одним из лучших растворителей, в котором диссоциируют на ионы электролиты.
6. Вода имеет большое поверхностное натяжение ( $72,58 \cdot 10^{-3}$  Н/м при 20 °С).

Следует иметь в виду, что перечисленные свойства воды играют важную роль в комплексе биохимических процессов на Земле. При замерзании рек и озер более легкий лед плавает на поверхности, а на глубине сохраняется относительно теплая (не ниже 4 °С) вода. Вследствие большой теплоемкости водоемы играют роль аккумулятора тепла, оказывая влияние на климат планеты.

Благодаря высокой диэлектрической проницаемости воды возможны все химические процессы, которые протекают в растворах. Вода является единственным в природе свободным веществом, в котором в большей или меньшей степени растворяются все другие вещества. Велика и роль поверхностного натяжения воды. Без капиллярных явлений невозможно было бы земледелие и жизнь живых организмов.

Необходимо понимать, что в природе нет химически чистой воды, свободной от растворенных веществ или механических примесей. Природная вода представляет собой дисперсную динамическую многофазную систему. Образуется она в различных условиях, самопроизвольно, при взаимодействии с горными породами, минералами, почвой, продуктами жизнедеятельности животных и растительных организмов. При изучении данного раздела необходимо уяснить такие понятия, как «фаза», «компонент», «дисперсная система», разобрать состав гомогенных и гетерогенных многокомпонентных систем.

Следует обратить внимание на то, что образование и растворение осадков, кристаллизация, ионообменные процессы и т.п. протекают в гетерогенных системах, где возможны переходы вещества из одного агрегатного состояния в другое. Рассмотрите диаграмму фазовых превращений воды; проследите влияние изменения давления и температуры на фазовые превращения. Важно уяснить понятие «ионное произведение воды».

Многие реакции, которые протекают в водных растворах, объясняются тем, что в очень малой степени вода диссоциирует на ионы по уравнению  $H_2O \rightleftharpoons H^+ + OH^-$ . Равновесие это определяется константой диссоциации:

$$K_{H_2O} = \frac{[H^+][OH^-]}{[H_2O]}$$

ввиду малой диссоциации воды на ионы, ее концентрацию можно считать постоянной и, объединяя ее с  $K_{H_2O}$ , обозначить через ионное произведение воды

$$K_B = K_{H_2O} = [H^+][OH^-]$$

При 25 °С  $K_B = 1,008 \cdot 10^{-14}$  (если концентрация выражена в г-ион/л) и  $[H^+][OH^-] = 1,004 \cdot 10^{-7}$ .

Характеристику реакции среды выражают концентрацией водородных ионов. Практически пользуются не величиной  $[H^+]$ , а так называемым водородным показателем  $pH = -\lg[H^+]$ .

Необходимо помнить, что водородный показатель  $pH$ , характеризующий концентрацию водородных ионов в воде, является одним из важнейших определителей агрессивности воды. Каждый, изучающий химию природных и сточных вод должен быть знаком с методами определения  $pH$  воды. При 25 °С в нейтральной среде  $pH = 7$ , в кислой среде  $pH < 7$ , а в щелочной среде  $pH > 7$ .

Иногда возникает необходимость иметь раствор с устойчивым водородным показателем, не изменяющимся под влиянием различных факторов, например, при разведении раствора или прибавлении к нему небольших количеств сильной кислоты или щелочи. Такие растворы получили название буферных растворов. К буферным растворам относятся: смесь слабой кислоты и ее соли ( $H_2CO_3$  и  $NaHCO_3$ ) или смесь слабого основания и его соли ( $NaOH$  и  $NH_4Cl$ ) и т.д. Надо иметь в виду, что буферные растворы играют огромную роль в жизни организмов, обеспечивая постоянство  $pH$  крови, лимфы, в регулировании  $pH$  почвы, природных вод, физико-химических и биологических процессах очистки и обработки воды.

Следует знать, что при взаимодействии ионов солей с ионами воды ( $H^+$  и  $OH^-$ ) образуется некоторое количество основания и кислоты (основные и кислые соли), и раствор в зависимости от относительной силы кислоты и основания может приобрести кислую или щелочную реакцию. Эти обратимые реакции получили название реакций гидролиза солей.

Очень часто приходится определять степень гидролиза солей  $h$ , которая показывает, какая часть от общего количества соли гидролизована, т.е. превращена действием  $H_2O$  в соответствующую кислоту или основание.

Зная константу диссоциации соответствующей кислоты (или основания) и ионное произведение воды, легко вычислить степень гидролиза:

$$h = \frac{K_a}{C \cdot K_{кисл}} \text{ или } \frac{K_b}{C \cdot K_{осн}}$$

где  $C$  – концентрация солей, моль/л.

Обратите внимание на то, что степень гидролиза солей, образованных слабой кислотой и слабым основанием, не зависит от концентрации.

Многие углекислые природные воды, содержащие  $CO_2$  и  $HCO_3^-$ , могут быть отнесены к буферным растворам. Величина  $pH$  таких буферных растворов зависит от отношения образующих их компонентов. Величина  $pH$  растворов, содержащих только  $HCO_3^-$ , равна 8,4. При более низком  $pH$  в воде могут находиться только  $HCO_3^-$  и свободная углекислота; при более высоком значении  $pH$  (больше, чем 8,4) – только  $HCO_3^-$  и  $CO_3^{2-}$ .

### Вопросы для самопроверки:

1. Что такое диаграмма состояния воды?
2. Какие основные физико-химические свойства воды?
3. Какие основные физико-химические свойства растворов?

#### 4. Как рассчитывается константа электролитической диссоциации воды?

### **Тема 2. Основы санитарной и водной микробиологии.**

Характеристика отдельных групп микроорганизмов. Бактерии, их морфологические типы и размеры. Систематика бактерий.

Простейшие. Водоросли и грибы.

Микробиологические показатели санитарной оценки качества воды. Санитарно-показательные микроорганизмы. Понятие о сапробности водоемов. Зоны сапробности и их характеристика.

#### **Методические рекомендации:**

Микробиология является частью биологии и изучает внешнюю форму, размеры, внутреннее строение, закономерности роста и развития, жизнедеятельность мельчайших живых организмов – микробов. Невидимые невооруженным взглядом микробы играют важную роль в процессах обработки сточных вод. Метод биохимической очистки, широко применяемый для обработки городских и многих других видов промышленных стоков, основан на способности микроорганизмов использовать органические загрязнения сточных вод в качестве источников питания и энергии.

Знание основ физиологии микроорганизмов, оптимальных условий их жизнедеятельности, факторов, влияющих на скорость переработки ими органических веществ сточных вод, дает возможность управлять их жизнедеятельностью в интересах человека.

При изучении данной части курса студент знакомится:

- с основами морфологии и физиологии тех групп организмов, которые населяют природные и сточные воды и активно участвуют в биохимических процессах очистки воды;
- с методами бактериологического и гидробиологического анализов, применяемых на очистных сооружениях;
- с основными направлениями биохимического превращения веществ.

Следует знать, что водная микробиология изучает микроорганизмы пресных и соленых водоемов (бактерии, грибы, водоросли, вирусы, простейшие), исследует микроорганизмы питьевых вод и процессы, происходящие под их влиянием при очистке сточных вод в очистных сооружениях

С точки зрения водной и санитарной микробиологии наибольшее значение имеют бактерии, простейшие и водоросли.

Изучая бактерии и грибы, надо уяснить их морфологические типы, внешнее и внутреннее строение клеток, спорообразование, движение. Нудно ознакомиться с местообитаниями простейших. Необходимо иметь представление о вирусах и бактериофагах.

Студент должен знать общую характеристику отдельных групп микроорганизмов, систематику бактерий.

При изучении физиологии микроорганизмов необходимо обратить внимание на сущность автотрофного и гетеротрофного типов питания; аэробного, анаэробного, факультативного типов дыхания, размножения и спорообразования.

Жизнь микроорганизмов зависит от условий среды, в которой они находятся. Это дает возможность факторами внешней среды подавлять жизнедеятельность вредных микробов и создавать благоприятные условия для полезных.

Следует подробно остановиться на влиянии физических и химических факторов (температуре, влажности, солнечной радиации, ультразвука,  $pH$  среды, повышенной концентрации веществ) на микроорганизмы.

*Санитарная микробиология.*

При рассмотрении данной темы особое внимание следует уделить санитарно-бактериологической оценке воды природных водоемов, так как возбудители многих опасных инфекционных заболеваний, например брюшного тифа, паратифа А и Б, туляремии, холеры,

дизентерии, полиомиелита и других, могут передаваться человеку через воду. Вода является средой сравнительно благоприятной для развития микробов. Свою жизнеспособность патогенные микроорганизмы могут сохранять в воде продолжительное время (палочки брюшного тифа – несколько месяцев, дизентерийные микробы – две недели, споры сибирской язвы – многие годы). Поэтому одним из основных направлений работы санитарно-технических сооружений по очистке воды является уничтожение патогенных микробов.

Студент должен получить общее представление о возбудителях заболеваний и их устойчивости во внешней среде.

Следует обратить внимание на санитарно-показательные микроорганизмы воды, прежде всего на кишечную палочку. Т.к. кишечная палочка является постоянным обитателем кишечника человека и животных, ее обнаружение свидетельствует о загрязнении воды экскрементами. Наличие в воде экскрементов предполагает возможность заражения ее патогенными микроорганизмами кишечной группы (тиф, паратиф, дизентерия, холера) и делает такую воду опасной для использования.

Т.о., исследование воды на содержание в ней кишечной палочки позволяет предвидеть, а значит, и предсказать угрозу заражения ее патогенными микроорганизмами. Это заставляет отвести данному показателю вполне самостоятельное место в системе микробиологического исследования воды независимо от анализа ее на патогенные микроорганизмы.

Нужно иметь в виду, что помимо общего количества сапрофитов и бактерий группы кишечной палочки (*Bacterium coli commune*, *V. coli citrovorum*, *V. coli aerogenes*, *V. Parscoli*; а также фекальные колиформы – *Escherichia coli*).

Характерными признаками всей группы являются: палочкообразная форма особей, отсутствие спорообразования, способность сбраживать лактозу с образованием кислоты и газа при  $(37 \pm 0,5)^{\circ}\text{C}$  в течение 24-48 ч или сбраживать глюкозу с образованием кислоты и газа при  $(37 \pm 0,5)^{\circ}\text{C}$  в течение 24 ч; отсутствие цитохромоксидазной активности; рост на фуксинасульфатном агаре с образованием красных с металлическим блеском или темно-красных, розовых, прозрачных неокрашенных колоний. *E.coli*, в отличие от всех остальных колиформных видов кишечной палочки, может сбраживать глюкозу и лактозу с образованием газа и кислоты при  $(43 \pm 0,5)^{\circ}\text{C}$  в присутствии борной кислоты или в желче-лактозной среде с бриллиантовым зеленым при  $(44,5 \pm 0,5)^{\circ}\text{C}$ . Это свойство используется для обнаружения ее в общей массе кишечных палочек. Степень обсеменения воды выражается величиной коли-индекса. Данная величина характеризует количество особей, содержащихся в 1 дм<sup>3</sup> воды.

Для централизованного водоснабжения разрешается использовать закрытые водоисточники I класса, имеющие воду с числом бактерий группы кишечной палочки (БГКП), равным 3, II класса – 100, III класса – 1000 в 1 дм<sup>3</sup>. Открытые водоисточники соответственно 1000, 10000 и 50000 в 1 дм<sup>3</sup>, но уже не БГКП, а лактозоположительных (ЛКП), т.е. колиформных бактерий, разлагающих лактозу.

Несколько иной подход к нормативам кишечной палочки содержится в рекомендациях экспертов ВОЗ (Всемирная организация здравоохранения). По их мнению, в 100 мл пробы питьевой воды, подаваемой системами централизованного водоснабжения, в любом случае и при любом количестве отбираемых проб не должна обнаруживаться *E.coli*.

Нужно иметь в виду, что помимо общего количества сапрофитов и БГКП при оценке санитарно-эпидемиологической опасности сточных вод определяют содержание в них яиц гельминтов.

Сооружения полной биологической очистки обеспечивают обеззараживание сточной воды в бактериальном отношении более чем на 95% и дегельминтизацию на 90% и более. Сооружения механической очистки задерживают 45 – 55% биологических загрязнений сточной воды. Осадок, содержащий эти загрязнения и отработанный в анаэробии в условиях термофильных температур, практически полностью дегельминтизирован. Сбраживание в мезофильных условиях приводит к гибели только 50% яиц гельминтов.

### Вопросы для самопроверки:

1. Что такое бактерии?
2. Что такое грибы?
3. Что такое водоросли?
4. Как определяется показатель сапробности?

### Тема 3. Природные воды и их характеристика.

Неорганические и органические примеси природных вод. Размер и гидравлическая крупность частиц в воде. Нерастворимые примеси. Свойства и фазовый состав нерастворимых примесей. Вещества, обуславливающие органолептические качества природной воды.

Классификация природных вод по химическому составу растворенных в них веществ. Показатели качества природных вод.

### Методические рекомендации:

С точки зрения водоподготовки, наиболее общие и характерные признаки загрязняющих воду веществ - формы нахождения их в воде. Исходя из этого, академиком АН УССР профессором Леонидом Адольфовичем Кульским была предложена классификация примесей воды, основанная на их фазовом состоянии и дисперсности. Эта классификация имеет широкое практическое применение, т.к. дает приемлемое обоснование технологическим приемам водообработки и преследует цель упорядочить выбор оптимальных методов очистки и технологических схем.

Все примеси им были разделены на четыре группы.

Примеси первой группы - нерастворимые в воде суспензии и эмульсии (а также планктон и бактерии), кинетически неустойчивые и находящиеся во взвешенном состоянии благодаря гидродинамическому воздействию водного потока. В состоянии покоя эти взвешенные вещества выпадают в осадок.

Примеси второй группы - гидрофобные и гидрофильные органические и минеральные коллоидные частицы, а также нерастворимые и недиссоциированные формы гумусовых веществ, детергенты и вирусы, которые по своим размерам близки к коллоидным примесям.

Примеси третьей группы - молекулярно-растворимые вещества (органические соединения, растворимые газы и т.п.).

Примеси четвертой группы - вещества, диссоциированные на ионы.

Студент должен знать, что к основным химическим показателям природных вод относятся:

- сухой остаток;
- прокаленный остаток;
- главные ионы, наиболее распространенные в природных водах:  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $HCO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$ ,  $SiO_3^{2-}$ ,  $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Mn^{2+}$ ;
- азотсодержащие вещества:  $NH_4^+$ ,  $NO_2^-$ ,  $NO_3^-$ ;
- жесткость воды:  $\mathcal{J}_o$  – общая жесткость,  $\mathcal{J}_к$  – карбонатная и  $\mathcal{J}_{нк}$  – некарбонатная;
- распространенные в воде газы: кислород, углекислый газ, сероводород;
- водородный показатель ( $pH$ ), общая кислотность и общая щелочность;
- уголекислота равновесная и агрессивная;
- стабильность воды;
- окисляемость воды;
- органические вещества;
- ионы тяжелых металлов.

### **Вопросы для самопроверки:**

1. Что такое неорганические примеси?
2. Что такое органические примеси?
3. Какова классификация вод по Кульскому?
4. Как определяются основные примеси в водах?

### **Тема 4. Способы обработки природных вод.**

Физико-химическая сущность основных технологических процессов водоподготовки. Предварительная обработка, коагулирование, отстаивание, фильтрование, обеззараживание, умягчение, обессоливание, удаление соединений железа, удаление солей марганца, фторирование и обесфторивание, удаление газов, стабилизация. Технологический контроль процессов водоподготовки

### **Методические рекомендации:**

Основными методами очистки промышленных сточных вод, водоочистки и водоподготовки является физико-химическая очистка: 1) сорбция; 2) экстракция; 3) эвапорация; 4) коагуляция; 5) флотация; 6) ионный обмен; 7) кристаллизация; 8) диализ.

Сорбция — выделение из сточной воды растворенных в ней органических веществ и газов путем концентрации их на поверхности твердого тела (адсорбция) либо путем поглощения вещества из раствора, или смеси газов твердыми телами или жидкостями (абсорбция), или, наконец, путем химического взаимодействия растворенных веществ с твердым телом (хемосорбция).

Экстракция — выделение растворенных органических примесей, находящихся в сточных водах, путем обработки последних каким-либо не смешивающимся с водой растворителем (экстрагентом), в котором примеси, загрязняющие воду, растворяются лучше, чем в воде (например, растворение фенола в бутилацетате в 12 раз больше, чем в воде).

Эвапорация — отгонка с водяным паром загрязняющих сточную воду растворенных веществ (например, летучего фенола из сточных вод коксохимических заводов).

Коагуляция — осветление и обесцвечивание сточных вод с применением реагентов (коагулянтов), вызывающих свертывание взвешенных и коллоидных веществ в хлопья, которые при осаждении (отстаивании) увлекают нерастворимые тонкодисперсные вещества в осадок.

Процессы полного осветления и обесцвечивания сточной воды осаждением обычно завершаются фильтрованием — пропуском воды через слой зернистого материала (песка или антрацита) с частицами различной крупности.

Флотация — выделение из сточных вод примесей путем придания им плавучести за счет флотореагента, обволакивающего частички примесей и удаляемого из воды вместе с ними. Для флотации применяют часто воды, насыщенные пузырьками мелкодиспергированного воздуха. Частицы, содержащиеся в сточной воде (эмульгированная нефть, целлюлозно-бумажное волокно, шерсть и др.), прилипают к пузырькам воздуха и всплывают вместе с ними на поверхность воды, а затем удаляются из воды.

Ионный обмен — извлечение из водных растворов различных катионов и анионов при помощи ионитов — твердых природных или искусственных материалов, практически не растворимых в воде и в органических растворителях, или искусственных смол, способных к ионному обмену.

Кристаллизация — очистки промышленных сточных вод, водоочистки и водоподготовки путем выделения загрязнений в виде кристаллов.

Диализ — разделение истинно растворенных веществ и коллоидов с помощью специальных мелкопористых перегородок, не пропускающих коллоиды.

Перечисленные методы физико-химической очистки промышленных сточных вод, водоочистки и водоподготовки во многих случаях предусматривают извлечение из них ценных веществ и поэтому относятся к так называемым регенерационным методам. При других методах очистки, называемых деструктивными, загрязняющие воды вещества подвергаются разрушению (преимущественно путем окисления и реже восстановления); образующиеся при этом продукты удаляются из воды в виде газов или осадков либо остаются в воде (например, такие безвредные для водоемов соединения, как: нитраты, нитриты и т. д.). Регенерационные методы обработки производственных вод применяются, как правило, для наиболее концентрированных отдельных стоков; такая обработка для слабо концентрированных общих стоков не целесообразна.

#### Вопросы для самопроверки:

1. Что такое коагулирование?
2. Что такое отстаивание, фильтрование?
3. Что такое обеззараживание, умягчение, обессоливание?
4. Как происходит удаление соединений железа, удаление солей марганца, фторирование и обесфторивание, удаление газов
5. Что такое стабилизация?
6. Как происходит фторирование и обесфторивание?

#### Тема 5. Сточные воды и их характеристика.

Классификация сточных вод. Виды загрязнений. Понятие о санитарно-химическом анализе. Показатели качества сточных вод. Температура, окраска, запах, реакция среды, сухой и плотный остатки, взвешенные вещества, биохимическая потребность в кислороде, химическая потребность в кислороде, перманганатная окисляемость, формы азота, фосфор, сульфаты, хлориды, токсичные элементы, синтетические поверхностно-активные вещества, растворенный кислород, биологические загрязнения

#### Методические рекомендации:

Определение качества воды производят на основе ее анализа. По данным химического анализа судят о пригодности воды для питьевого и промышленного водоснабжения, а также о необходимой степени и способах водоподготовки. Необходимо внимательно изучить требования, предъявляемые к хозяйственно-питьевой воде, к охлаждающей воде, к воде для паросиловых хозяйств, к воде, используемой для технических целей.

Результаты химического анализа воды выражаются в мг/дм<sup>3</sup>, г/м<sup>3</sup>, и мг-экв/дм<sup>3</sup>. Наиболее целесообразной формой выражения концентрации химического вещества является эквивалентная форма, т.е. мг-экв/дм<sup>3</sup> воды. Данная форма имеет следующие достоинства:

1. Сумма содержащихся в воде катионов, выраженная в мг-экв/дм<sup>3</sup>, должна быть равна сумме анионов. Этим пользуются для проверки правильности результатов анализа и для вычисления содержания катионов  $Na^+$  и  $K^+$ .
2. Сумма мг-экв кальция и магния определяет общую жесткость воды в мг-экв/дм<sup>3</sup>.
3. Концентрация  $HCO_3^-$  ионов в мг-экв/дм<sup>3</sup> приближенно определяет карбонатную жесткость воды в мг-экв/дм<sup>3</sup>.
4. По данным анализа в эквивалентной форме возможно построить диаграмму гипотетического состава солей в воде.

Пересчет данных анализа, выраженных в мг/дм<sup>3</sup>, на концентрации в мг-экв/дм<sup>3</sup>, производят по формуле:

$$C = g/\mathcal{E},$$

где  $C$  – концентрация данного вещества, мг-экв/дм<sup>3</sup>,  
 $g$  – концентрация того же вещества мг/дм<sup>3</sup>;

$\mathcal{E}$  – эквивалентная масса данного вещества, г.

Выбор метода обработки воды производится путем сопоставления качества воды источника водоснабжения с требованиями, которые предъявляет к нему потребитель.

Удаление грубодисперсных примесей происходит под действием силы тяжести, без дополнительных затрат энергии – они осаждаются при продолжительном отстаивании.

Необходимо усвоить, что благодаря наличию в природной воде коллоидов (глинистых, гуминовых веществ, продуктов жизнедеятельности и распада растительных и животных организмов, кремниевой кислоты и др.), обуславливающих мутность, цвет и запах, применяют химическую (реагентную) обработку воды – коагулирование.

Следует уделить внимание факторам, влияющим на интенсивность процесса коагуляции, механизму действия и определению оптимальной дозы коагулянта. Нужно проследить, как влияет добавление высокомолекулярного соединения на устойчивость зелей, как происходит гелеобразование и разрушение агрегатов частиц под действием воды или растворенных в ней веществ (пептизация).

Студент должен знать, что коагулирующая способность электролита возрастает с увеличением валентности (зарядности) коагулирующего иона. Поэтому в качестве коагулянтов применяют соли алюминия -  $Al_2(SO_4)_3$  и железа –  $FeCl_3$ . Образуя неустойчивые гидрофобные коллоидные системы, коагулянты дают хлопья. Эти хлопья сорбируют и захватывают при осаждении частицы примесей, снижают дзета-потенциал отрицательно заряженных частиц загрязнений и понижают их устойчивость. Следует уяснить влияние температуры, величины  $pH$ , высокомолекулярных соединений и солевого состава воды на процесс коагуляции. Надо иметь ввиду, что образующиеся при гидролизе сернокислого алюминия ионы водорода задерживают дальнейший гидролиз  $Al_2(SO_4)_3$  и снижают величину  $pH$ . Если щелочность воды недостаточна, к воде добавляют известь. Зная щелочность воды в мг-экв/дм<sup>3</sup> и дозу  $Al_2(SO_4)_3$  в мг/дм<sup>3</sup>, можно рассчитать дозу извести. Оптимальное значение  $pH$  при обработке вод сульфатом алюминия колеблется в пределах (6,0 – 7,5).

Приближенную дозу коагулянта можно вычислить по цветности и мутности при помощи эмпирических формул. Однако наилучшим методом определения оптимальной дозы коагулянта является метод технологического анализа. В связи с этим необходимо ознакомиться с органическими и неорганическими флокулянтами, применяемыми для интенсификации процесса коагуляции.

Далее необходимо уяснить, что удаление растворенных веществ осуществляется одним из наиболее распространенных в практике водоподготовки приемов, который сводится к получению труднорастворимого соединения и выделению его в осадок. Данный прием используется при реагентном умягчении воды, при корректировании содержания в воде железа, марганца, кремниевой кислоты, фтора и т.д. Железо и марганец находятся в природных водах в виде ионов, тонкодисперсной взвеси или комплексных органических соединений. Так как  $PP Fe(OH)_3 < PP Fe(OH)_2$  (то же у марганца), перед выпадением в осадок ионы  $Fe^{2+}$  окисляют в ионы  $Fe^{3+}$  при помощи хлора или марганцовокислого калия ( $KMnO_4$ ). Анионы кремниевой кислоты удаляют, переводя их в труднорастворимый силикат кальция.

Тонкодисперсная примесь легко удаляется при осветлении воды коагуляцией. Органические комплексы иногда приходится разрушать хлором, озоном или  $KMnO_4$ . Наибольшая глубина обескремнивания достигается при обработке воды ионитами.

Нужно помнить, что важной величиной для характеристики природных вод является их жесткость, обуславливаемая присутствием солей кальция и магния (общая жесткость). Необходимо иметь ясное представление о карбонатной жесткости, обуславливаемой наличием в воде бикарбонатов кальция и магния, о некарбонатной жесткости, которая определяется содержанием кальция и магния, связанных с анионами сильных кислот.

Общую жесткость определяют суммой мг-экв/дм<sup>3</sup> ионов кальция и магния трилонометрически. Карбонатную жесткость определяют титрованием соляной кислотой; 1 см<sup>3</sup> 0,1 н  $HCl$  соответствует 0,1 мг-экв кальция или магния.

Следует обратить внимание на такие методы умягчения воды, как реагентный,

термохимический и катионный. Реагентный метод сводится к переводу ионов кальция и магния в труднорастворимые соединения и выпадению их в осадок. Сопоставлением произведения растворимости труднорастворимых соединений кальция и магния найдено, что кальций надо переводить в  $CaCO_2$ , а магний в  $Mg(OH)_2$ . Необходимо знать различные варианты реагентного умягчения, выбор метода зависит от вида жесткости (карбонатная, некарбонатная) и соотношения ионов  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$  и  $HCO_3^-$ .

Большую помощь в выборе метода оказывает диаграмма гипотетического состава солей. Важно уметь выбрать вариант умягчения и рассчитать дозы извести и соды.

Выбирая метод очистки, необходимо учитывать влияние величины жесткости, количества введенных реагентов, температуры воды, степени перемешивания, содержания органических веществ и наличие центров кристаллизации (ранее выпавший осадок).

Глубина умягчения воды при известково-содовом способе составляет 1-2 мг-экв/дм<sup>3</sup> и определяется растворимостью  $CaCO_3$  и  $Mg(OH)_2$ . Более глубокого умягчения (0,01-0,02 мг-экв/дм<sup>3</sup>) можно достичь применением катионитов.

Необходимо ознакомиться с технологическими характеристиками катионов, с полной и рабочей обменной способностью катионита и составить график работы катионитного фильтра.

Необходимо помнить, что одним из важных показателей воды является ее стабильность. Она обусловлена соотношением содержания различных форм уголекислоты в воде ( $HCO_3^-$ ,  $CO_2$ ,  $CO_3^{2-}$ ) и определяется показателем стабильности  $C$ :  
 $C = \frac{Щ_{исх}}{Щ_{нас}}$

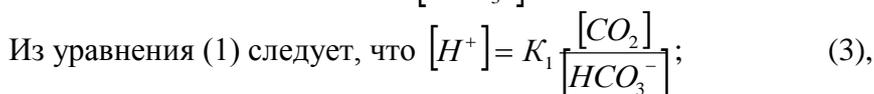
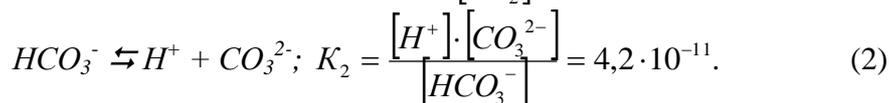
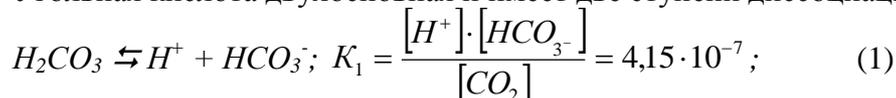
где  $Щ_{исх}$  – щелочность исходной воды, мг-экв/дм<sup>3</sup>;

$Щ_{нас}$ ; - щелочность воды после насыщения карбонатом  $Ca$ , мг-экв/дм<sup>3</sup>.

Вода стабильна, если  $C = 1$ ; агрессивна, если  $C < 1$ ; и нестабильна, если  $C > 1$ . Одной из причин нестабильности воды является наличие угольной кислоты.

Следует иметь ввиду, что угольная кислота в природных водах может быть в виде молекулярно-растворенного уголекислого газа  $CO_{2\text{св}}$ , в виде недиссоциированных молекул  $H_2CO_3$  (составляет ~ 1 % общего количества растворенного уголекислого газа), бикарбонатных ионов  $HCO_3^-$ , а при величине  $pH > 8,4$  в виде карбонатных ионов  $CO_3^{2-}$ .

Угольная кислота двухосновная и имеет две ступени диссоциации:



т.е. в растворе величина pH зависит от соотношения между  $[CO_2]$  и  $[HCO_3^-]$ .

Из уравнения (3) вытекает, что при значениях pH:

3,7-4 – вся находящаяся в воде угольная кислота представлена в виде  $CO_2$ ;

8,3-8,4 – вся присутствующая угольная кислота представлена (на 99 %)  $HCO_3^-$  ионами;

более 8,3 – свободной уголекислоты нет, возрастает доля  $CO_3^{2-}$  ионов.

Между различными формами угольной кислоты в растворе существует динамическое равновесие, выражаемое уравнением:



Из уравнения (4) следует, что для поддержания в растворе  $HCO_3^-$  ионов необходимо, чтобы в нем находилось соответствующее количество свободной угольной кислоты (равновесная угольная кислота).

Следует помнить, что если концентрация свободной кислоты превышает концентрацию равновесной, то говорят, что вода содержит агрессивную угольную кислоту. Такая вода является агрессивной по отношению к железу и бетону. Если концентрация свободной кислоты совпадает с равновесной концентрацией, то говорят, что вода стабильна.

Так как цементный камень бетона обладает резко выраженными основными свойствами, то первой оценкой степени агрессивности воды является величина  $pH$ . Все кислые воды действуют разрушающе на бетон. Кроме того, вода, содержащая агрессивную угольную кислоту, входя в соприкосновение с бетоном, легко разрушает защитную карбонатную пленку и, проникая внутрь бетона, реагирует с  $Ca(OH)_2$ .

В связи с этим, прежде всего надо остановиться на сульфатной агрессивности, ведущей к образованию сульфоалюмината или гипса в результате взаимодействия растворимых сульфатов с составными частями цементного камня.

К примесям, находящимся в молекулярнодисперсном состоянии, относятся также растворенные газы ( $Cl_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$  и др.). Процесс дегазации может быть осуществлен химическими, физическими и физико-химическими методами, подробный разбор которых дан в соответствующем источнике.

#### **Вопросы для самопроверки:**

1. Как классифицируются сточные воды?
2. Назовите основные показатели качества сточных вод.

#### **Тема 6. Очистка сточных вод от загрязнений.**

Методы очистки сточных вод, классификация, теоретические основы. Механическая очистка. Основные понятия о процессах биологической очистки. Характеристика активного ила и биологической пленки. Микроорганизмы активного ила и биопленки. Обеззараживание очищенных сточных вод.

Компостирование осадков сточных вод, твердых бытовых, промышленных и сельскохозяйственных отходов органического происхождения. Анаэробные биохимические процессы в очистке сточных вод и обработке осадков. Технологический контроль процессов очистки сточных вод.

#### **Методические рекомендации:**

Сточные воды содержат множество примесей и огромное число микроорганизмов. Студент должен уяснить общий характер и интенсивность микробиологических процессов и обратить внимание на связь окислительно-восстановительного потенциала с числом бактерий в сточной жидкости. Следует знать, что причиной падения окислительного потенциала в неочищенной сточной жидкости является жизнедеятельность микроорганизмов. Как только активность бактерий ослабевает, восстановленные продукты распада органических веществ окисляются кислородом и величина окислительного потенциала начинает повышаться.

При изучении анаэробного распада твердой фазы городских сточных вод важно уяснить специфику бактериологических процессов и понять, почему все процессы анаэробного разложения твердой фазы протекают очень медленно.

Надо знать три типа очистных сооружений для анаэробного сбраживания твердой фазы: септик-тенк, двухъярусный отстойник, метантенк. Следует также уяснить биохимические процессы, происходящие в этих сооружениях.

При изучении аэробного окисления жидкой фазы городских сточных вод необходимо понять сущность естественной и искусственной биологической очисток и биохимического окисления при почвенных методах очистки, на биофильтрах, аэротенках и биологических прудах.

При почвенных методах очистки на поля орошения или при фильтрации подается как неосветленная (твердая фаза), так и осветленная (жидкая фаза) сточная жидкость, а на сооружения искусственной биологической очистки – только осветленные сточные воды (жидкая фаза). В жидкой фазе большинство органических веществ находится в растворенном состоянии, и окислительная деятельность микроорганизмов протекает более активно.

Студент должен иметь представление о влиянии низких температур на биохимические процессы окисления сооружений искусственной биологической очистки.

Студент должен знать, что минерализация органических веществ, представляющих собой наибольшую опасность в санитарном отношении, происходит под действием микроорганизмов: аэробных (при достаточном содержании кислорода) и анаэробных (при недостатке кислорода). При анализе сточных вод, если не ставится вопрос о регенерации ценных компонентов, стремятся получить показатели, необходимые для биохимической очистки воды: взвешенные вещества (в том числе оседаемые за 2 ч), коллоидно-дисперсные, растворенные вещества, кислотность, щелочность, *pH*, окисляемость, *БПК*, *ХПК* и др.

Следует учесть, что существенное значение в выборе методов и степени очистки сточных вод, кроме их состава и свойств, имеет характер и мощность водоема, предназначенного для спуска таких вод. Санитарные нормы относительно состава и свойств воды водоемов предъявляют жесткие требования к промышленным предприятиям, сбрасывающим сточные воды в водоемы. Различают два вида методов очистки сточных вод: деструктивные и регенеративные. Первые основаны на разрушении загрязняющих веществ при помощи окислительно-восстановительных реакций; вторые – на извлечении из воды содержащихся в ней ценных веществ.

Очистка сточных вод подразделяется на механическую, химическую, биологическую.

Кроме методов очистки сточных вод, необходимо уяснить схемы очистных станций с применением естественных и искусственных очистных сооружений, а также уметь определять степень очистки сточных вод перед их пуском в водоем. Определение необходимой степени очистки производят по количеству взвешенных веществ и растворенному в воде кислороду.

Необходимо ознакомиться с водоемами как приемниками сточных вод. В соответствии с «Правилами охраны поверхностных вод», все водные объекты подразделяются на два вида водопользования:

*I вид* – хозяйственно-питьевое и культурно-бытовое водопользование;

*II вид* – рыбохозяйственное водопользование.

Каждый вид водопользования разделен на категории.

*Хозяйственно-питьевое и культурно-бытовое водопользование:*

*I категория* – водные объекты, используемые в качестве источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также водоснабжения предприятий пищевой промышленности.

*II категория* – водные объекты, используемые для купания, занятия спортом и отдыха населения.

*Рыбохозяйственное водопользование:*

*Высшая категория* – места расположения нерестилищ, массового нагула и зимовальных ям особо ценных и ценных видов рыб и других промысловых водных организмов;

*I категория* – водные объекты, используемые для сохранения и воспроизводства ценных видов рыб, обладающих высокой чувствительностью к содержанию кислорода;

*II категория* – водные объекты, используемые для других рыбохозяйственных целей.

Сточные воды, спускаемые в водоем, должны удовлетворять требованиям СанПиН 2.1.5.980-00 «Гигиенические требования к охране поверхностных вод».

Надо иметь в виду, что в зависимости от природы и степени загрязнения производственных сточных вод для их очистки применяют различные методы:

1. Механическую очистку.
2. Химическую (деструктивную), которая состоит в коагуляции и разных способах нейтрализации (смешением кислых стоков со щелочными, фильтрованием через фильтрующие материалы, окислением);
3. Физико-химическую (регенеративную), которая состоит в сорбции, экстракции, эвапорации, ионном обмене и т.д.
4. Биологическую очистку

Со всеми перечисленными методами следует подробно ознакомиться. Необходимо понять сущность физико-химических процессов, лежащих в основе экстрагирования, адсорбции, отгонки с водяным паром, флотации; разобраться в основных преимуществах и недостатках каждого метода, изучить возможность их комбинирования.

### Вопросы для самопроверки:

1. Что такое механическая очистка сточных вод? Примеры.
2. Что такое физико-химическая очистка сточных вод? Примеры.
3. Что такое биологическая очистка сточных вод? Примеры.
4. Как проводится контроль процессов биологической очистки сточных вод?

### Тема 7. Процессы самоочищения водоемов.

Экологическая система водоема. Источники и характер загрязнения природных водоемов. Условия спуска сточных вод в водоем.

Процесс самоочищения водоема и его отдельные компоненты: разбавление, механическая составляющая, химическая, физико-химическая и биохимическая очистка. Роль высшей водной растительности, водных животных, насекомых и микроорганизмов в процессах самоочищения водоемов.

### Методические рекомендации:

Надо знать, что вода открытых водоемов является естественной средой обитания гидробионтов (водных организмов), которых в зависимости от мест обитания подразделяют на ряд биоценозов: *планктон*, *бентос*, *перифитон*.

*Планктон* населяет толщу воды и состоит из бактерий, простейших, коловраток, низших ракообразных.

*Бентос* обитает на дне и в толще ила – это бактерии, простейшие, коловратки, личинки насекомых, моллюски.

*Перифитон* концентрируется на погруженных в воду растениях предметах, трубах и состоит из прикрепленных организмов – это зеленые водоросли, диатомии, ресничные и сосущие инфузории, некоторые виды моллюсков. В экологическую систему водоема входит также и высшая водная растительность.

Следует помнить, что природные водоемы могут загрязняться первичными и вторичными источниками загрязнения: к первичным относятся бытовые и промышленные сточные воды и стоки поверхностных вод с территории водосбора; вторичными источниками являются отмирающие водные организмы.

Нужно иметь в виду, что степень загрязнения водоема оценивается по количеству и характеру присутствующих в воде органических соединений. При этом каждой степени загрязненности соответствует развитие специфических сообществ организмов.

Способность организмов развиваться в среде с тем или иным содержанием органических веществ, называется сапробностью.

Поскольку гидробионты являются весьма чувствительными индикаторами на изменение экологической обстановки, оказалось возможным оценивать степень загрязненности водоема по присутствию в нем организмов известной сапробности.

Поступающие в водоем загрязнения вызывают в нем нарушение естественного равновесия. Способность водоема противостоять этому нарушению, освобождаться от вносимых загрязнений, составляет сущность процессов самоочищения. Самоочищение представляет собой сложный комплекс физических, физико-химических, химических и биохимических явлений, с каждым из которых студент должен ознакомиться.

### Вопросы для самопроверки:

1. Что такое водная экосистема?
2. Какие основные источники и характер загрязнения водоемов?
3. Что такое фотолит?
4. Как происходит самоочищение водоемов? Какие факторы оказывают наибольшее влияние?

### **6. Методические рекомендации по подготовке обучающегося к промежуточной аттестации**

Учебным планом по дисциплине «Предотвращение загрязнения с судов» предусмотрена следующая форма промежуточной аттестации: **зачет**.

Промежуточная аттестация направлена на проверку конечных результатов освоения дисциплины.

Форма промежуточной аттестации **«зачет»** предполагает установление факта сформированности компетенций на основании оценки освоения обучающимся программного материала по результатам текущего контроля дисциплины (модуля) в соответствии с технологической картой.

Если обучающийся набрал зачетное количество баллов согласно установленному диапазону по дисциплине, то он считается аттестованным.

Таким образом, подготовка к зачету предполагает подготовку к аудиторным занятиям и внеаудиторному текущему контролю всех форм.