

МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой  
геоэкологии и мониторинга окружающей среды  
  
Куропал С.А.  
*подпись, расшифровка подписи*  
01.09.2020г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.07.01 Инженерная экология**

*Код и наименование дисциплины в соответствии с Учебным планом*

- 1. Шифр и наименование направления подготовки:**  
05.03.06 – Экология и природопользование
- 2. Профиль подготовки:** Геоэкология
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра геоэкологии и мониторинга окружающей среды
- 6. Составитель программы:** Прожорина Татьяна Ивановна, кандидат химических наук, доцент кафедры геоэкологии и мониторинга окружающей среды, факультет географии, геоэкологии и туризма; coriandre@rambler.ru
- 7. Рекомендована:** НМС ф-та географии, геоэкологии и туризма (Протокол № 9 от 01.06.2020 г.)
- 8. Учебный год:** 2022-2023                      **Семестр:** 5,6

### 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Цель - сформировать у студентов системный подход к выбору способов и средств в достижении экологически разумного компромисса между человеком, природой и общественным производством.

Задачи:

- изучение экологических аспектов технологического производства;
- знание принципов и технологий обезвреживания и переработки промышленных отходов;
- знание основ проектирования комплекса природоохранных мероприятий.

### 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина вариативной части.

Курс «Инженерная экология» обогащает студентов знаниями в области обезвреживания и переработки промышленных отходов, прививает навыки рациональной природоохранной и ресурсосберегающей деятельности.

### 11. Планируемые результаты обучения по дисциплине (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ПК-3	владением навыками эксплуатация очистных установок, очистных сооружений и полигонов и других производственных комплексов в области охраны окружающей среды и снижения уровня негативного воздействия хозяйственной деятельности	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- общие и локальные закономерности формирования техносферы и способы управления ею в целях защиты и безопасности природной среды;</li> <li>- систему инженерно-технических мероприятий, направленных на сохранение качества среды в условиях растущего промышленного производства;</li> <li>- основные процессы обезвреживания и переработки промышленных отходов;</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- уметь решать глобальные и региональные геоэкологические проблемы;</li> <li>- самостоятельно проводить расчеты в области обезвреживания и переработки промышленных отходов;</li> <li>- изыскивать резервы для минимального экологического риска и ущерба природной среде;</li> </ul> <p><b>Владеть (иметь навык(и)):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами геоэкологического проектирования, мониторинга и экспертизы;</li> <li>- навыками рациональной природоохранной и ресурсосберегающей деятельности;</li> </ul>
ПК-5	владеть способностью реализовывать технологические процессы по переработке, утилизации и захоронению твердых и жидких отходов; организовывать производство работ по рекультивации нарушенных земель, по восстановлению нару-	<p><b>Знать:</b> основные процессы переработки и обезвреживания промышленных отходов;</p> <p><b>Уметь:</b> находить системный подход к выбору способов и средств в достижении экологически разумного компромисса между человеком, природой и общественным производством;</p> <p><b>Владеть:</b> способностью разрабатывать типовые природоохранные мероприятия и проводить оценку воздействия планируемых сооружений или иных форм хозяйственной деятельности на окружающую среду.</p>

	шенных агрогеосистем и созданию культурных ландшафтов.	
--	--	--

## 12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 5 / 180

Форма промежуточной аттестации – зачет, экзамен.

## 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость (часы)		
	Всего	По семестрам	
		5 семестр	6 семестр
Аудиторные занятия	76	32	44
в том числе: лекции	30	16	14
практические	-	-	-
лабораторные	46	16	30
Самостоятельная работа	68	40	28
Форма промежуточной аттестации: зачет, экзамен	36	зачет	36
Итого:	180	72	108

### 13.1 Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции (5 семестр)</b>		
1.1	Введение в инженерную экологию.	Введение в инженерную экологию. Содержание, цели и задачи предмета. Оценка современного состояния окружающей среды.
1.2	Защита окружающей среды от промышленных загрязнителей.	Активный и пассивный путь защиты окружающей среды от промышленных загрязнителей.
1.3	Классификация основных технологических процессов обезвреживания и переработки промышленных отходов (ПО).	Классификация основных технологических процессов обезвреживания и переработки промышленных отходов (ПО). Массообменные методы обезвреживания и переработки ПО (абсорбция, адсорбция, десорбция, экстракция). Массообменные методы обезвреживания и переработки ПО (дистилляция, кристаллизация). Мембранные технологии (обратный осмос, ультрафильтрация, электродиализ). Химические методы обезвреживания и переработки ПО (химическая обработка, нейтрализация сточных вод, коагуляция и флокуляция). Химические методы обезвреживания и переработки ПО (очистка сточных вод окислителями и восстановителями). Электрохимические методы обезвреживания и переработки ПО (анодное окисление и катодное восстановление, электрокоагуляция, электрофлотация)
<b>2. Лабораторные работы</b>		
2.3	Классификация основных технологических процессов обезвреживания и переработки промышленных отходов (ПО).	Расчет некоторых технических характеристик для технологических процессов. Расчет индекса загрязнения воды (ИЗВ). Расчет индекса загрязнения атмосферы (ИЗА). Определение категории экологической опасности предприятия по выбросам в атмосферу (КОП). Расчет платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников. Расчет платы за сброс загрязняющих веществ со сточными водами в водоем. Расчет платы за размещение отходов. Расчет экологического ущерба от выбросов загрязняющих

		веществ в атмосферу промышленным предприятием
--	--	---

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции (6 семестр)</b>		
1.4	Загрязнение воздушной среды и вредное воздействие загрязнителей.	Классификация вредных производственных факторов. Загрязнение воздушной среды жилых и производственных помещений. Вредное воздействие загрязнителей воздушной среды на организм человека. Воздействие промышленных выбросов на материалы, строения и оборудование.
1.5	Вредные физические факторы производства.	Классификация производственной пыли. Пыль как производственная вредность. Действие пыли на организм. Профилактика пылевых заболеваний. Методы определения запыленности воздуха на производстве. Вредные физические факторы производства: шум, вибрация, ультразвук и их действие на организм.
1.6	Гигиена труда в различных отраслях народного хозяйства.	Гигиена труда в горнорудной и каменноугольной промышленности. Гигиена труда в черной металлургии.
<b>2. Лабораторные работы</b>		
2.5	Вредные физические факторы производства.	Определение физических свойств реальных жидкостей. Психометрический метод определения влажности воздуха с помощью психрометра Ассмана. Определение температуры и относительной влажности по гигрометру ВИТ-2, метеометру МЭС-2 и экспресс-методом по портативному термогигрометру типа ТКА-ТВ. Измерение освещенности на рабочем месте с помощью люксметра типа ТКА-ЛЮКС. Измерение уровня шума на рабочих местах с помощью электронного шумомера марки Testo 815. Определение соответствия лабораторного помещения санитарным нормам. Определение концентраций токсичных веществ в рабочем помещении экспресс-методом с помощью УГ-2. Экспресс-определение массовых концентраций газов в промышленных и автотранспортных выбросах в атмосферу с помощью газоанализатора «Инспектор-1». Индивидуальные средства защиты.

### 13.2 Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Лабораторные	Самостоятельная работа	Экзамен	Всего
1.1	Введение в инженерную экологию.	2		10		12
1.2	Защита окружающей среды от промышленных загрязнителей.	2		15		17
1.3	Классификация основных технологических процессов обезвреживания и переработки промышленных отходов (ПО).	12	16	15		43
1.4	Загрязнение воздушной среды и вредное воздействие загрязнителей.	6		10		16
1.5	Вредные физические факторы производства.	4	30	8		42
1.6	Гигиена труда в различных отраслях народного хозяйства.	4		10		14

	ства.					
	Форма контроля - экзамен				36	36
	Итого:	30	46	68	36	180

#### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

Необходима регулярная работа с текстом конспектов лекций для понимания и освоения материала предшествующей и последующей лекций. По указанию преподавателя необходимо регулярно выполнять домашние задание – решение ситуационных задач

При подготовке к промежуточной аттестации студенты изучают и конспектируют рекомендуемую преподавателем учебную литературу по темам лекционных и лабораторных занятий, самостоятельно осваивают понятийный аппарат.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов:

- использование электронных учебников и ресурсов интернет;
- методические разработки с примерами решения типовых задач в сфере переработки и обезвреживания промышленных отходов;
- использование лицензионного программного обеспечения для статистического анализа данных по переработке и обезвреживания промышленных отходов.
- 

#### 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины :

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Инженерная экология и экологический менеджмент: учебник. М.: Логос, 2011 <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=89785&amp;sr=1">https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&amp;id=89785&amp;sr=1</a>
2	Методы экологических исследований: учебное пособие для вузов [гриф ФУМО «Науки о Земле»] / Н.В. Каверина, Т.И. Прожорина, Е.Ю. Иванова, М.А. Клевцова, С.А. Куролап, О.В. Клепиков, А.Г. Муравьев, А.Н. Никольская, В.В. Синегубова. - Воронеж: Издательство «Научная книга», 2019. - 355 с.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
3	Ларионов Н.М. Промышленная экология : учебник и практикум для академического бакалавриата : [для студ. высш. учеб. заведений, обучающихся по естественнонауч. направлениям, по направлению подготовки "Техносферная безопасность и природообустройство"] / Н.М. Ларионов, А.С. Рябышенков .— 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Юрайт, 2019 .— 380с.
4	Хаустов А.П. Нормирование и снижение загрязнения окружающей среды: учеб. Для академ. бакалавриата/А.П. Хаустов, М.М. Редина.-2 изд., перераб. И доп.- М.:Изд-во Юрайт, 2019. - 387с. –
5	Прожорина Т.И. Практикум по инженерной экологии- учеб. пособие.- Воронеж: ООО «Цифровая полиграфия», 2018. – 38с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)\*:

№ п/п	Ресурс
6	Электронный курс по дисциплине на портале «Электронный университет ВГУ» – Режим доступа: по подписке. – <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4025">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4025</a>
7	Инженерно-экологические изыскания [Электронный ресурс] : учебная программа курса : [для магистрантов первого года обучения направления 020700м - Геология, магистерская

	программа - инженерная геология] / Воронеж. гос. ун-т ; сост. В.Л. Бочаров .— Электрон. текстовые дан. — Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2012 .— Загл. с титул. экрана .— Свободный доступ из интрасети ВГУ .— Текстовый файл .— Windows 2000 ; Adobe Acrobat Reader .— <URL:http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m12-42.pdf>.
8	Полнотекстовая база «Университетская библиотека» - образовательный ресурс. - <URL:http://www.biblioclub.ru>
9	Экологический портал (http://portaleco.ru)

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы :

№ п/п	Источник
1	Инженерная защита поверхностных вод от промышленных стоков: учеб. пособие / Д.А. Кривошеин, П.П. Кукин, В.Л. Лапин и др. – М. : Высш. шк. , 2003. – 343 с.
2	Теоретические основы защиты окружающей среды : учебное пособие для студ. вузов, обуч. по направлению "Защита окружающей среды" / В.П. Панов, Ю.А. Нифонтов, А.В. Панин ; под ред. В.П. Панова .— М. : Academia, 2008 .— 313с.
3	Процессы и аппараты защиты окружающей среды : учебник и практикум для академического бакалавриата : [для студ. вузов, обуч. по направлению подгот. 280100 "Природообустройство и водопользование"] : [для студ. вузов, обуч. по инженер.-техн. направлениям и специальностям] / В.Б. Кольцов, О.В. Кольцова ; Нац. исслед. ун-т "МИЭТ" ; под общ. ред. В.И. Каракеяна .— Москва : Юрайт, 2014 .— 587с.
4	Окружающая среда города: организация мониторинга и анализ состояния / О.В. Мячина [и др.] .— Воронеж : ИПФ "ЛИО", 2016 .— 179 с.

## 17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости):

Программа курса реализуется с применением дистанционных технологий на платформе «Образовательный портал «Электронный университет ВГУ».

Программные пакеты MS Word, MS EXCEL для проведения расчетов и статистического анализа данных по формам 2ТП (воздух, водхоз, отходы) на лабораторных занятиях, а также подготовки мультимедиа-презентаций для лекционных, лабораторных занятий и самостоятельной работы студентов.

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

основное оборудование: аспиратор ПУ4 Э – 1 шт., дистиллятор ДЕ-10 – 1 шт., автоклав DGM-200 – 1 шт., муфельная печь ПРФ-2 – 1 шт., программируемая двухкамерная печь ПДП-Аналитика – 1 шт., рН-метры М150 – 2 шт., КФК 3 – 2 шт., портативные приборы: МЭС-2 – 2 шт., TDS метр – 2 шт., оксиметр HI9143 – 1 шт., комплект-лаборатория "Пчёлка-н" – 1 шт., НКВ – 1 шт., экспресс-анализаторы – 1 шт., термостат – 1 шт., весы аналитические ВЛР-200 – 2 шт., весы электронные – 2 шт., вольтамперметрический анализатор ТА-4 – 1 шт., микроскопы "МИКМЕД-1" – 1 шт., сушильный шкаф – 1 шт., встряхиватель лабораторный - 1 шт., лаборатория для биотестирования вод – 1 шт., испаритель ротационный – ИР 1 М2 – 1 шт., шумомер Testo 850, дозиметр «Дрозд».

## 19. Фонд оценочных средств:

### 19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компе-	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного	Этапы формирования компетен-	ФОС*
-------------------------	--	------------------------------	------

тенции (или ее части)	уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	ции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	(средства оценивания)
ПК – 3	<p><b>Знать:</b> - общие и локальные закономерности формирования техно-сферы и способы управления ею в целях защиты и безопасности природной среды,;</p> <p>- систему инженерно-технических мероприятий, направленных на сохранение качества среды в условиях растущего промышленного производства;</p> <p>-основные процессы обезвреживания и переработки промышленных отходов;</p> <p><b>Уметь:</b> - уметь решать глобальные и региональные геоэкологические проблемы;</p> <p>- самостоятельно проводить расчеты в области обезвреживания и переработки промышленных отходов;</p> <p>- изыскивать резервы для минимального экологического риска и ущерба природной среде</p> <p><b>Владеть (иметь навык(и)):</b> - методами геоэкологического проектирования, мониторинга и экспертизы;</p> <p>- навыками рациональной природоохранной и ресурсосберегающей деятельности.</p>	<p>Введение в инженерную экологию.</p> <p>Защита окружающей среды от промышленных загрязнителей.</p> <p>Классификация основных технологических процессов обезвреживания и переработки промышленных отходов (ПО).</p> <p>Загрязнение воздушной среды и вредное воздействие загрязнителей.</p> <p>Вредные физические факторы производства</p>	<p>Собеседование</p> <p>Ситуационные задачи</p> <p>Собеседование</p> <p>Ситуационные задачи</p>
ПК-5	<p><b>Знать:</b> основные процессы переработки и обезвреживания промышленных отходов</p> <p><b>Уметь:</b> находить системный подход к выбору способов и средств в достижении экологически разумного компромисса между человеком, природой и общественным производством.</p> <p><b>Владеть:</b> способностью разрабатывать типовые природоохранные мероприятия и проводить оценку воздействия планируемых сооружений или иных форм хозяйственной деятельности на окружающую среду</p>	<p>Гигиена труда в различных отраслях народного хозяйства.</p>	<p>Собеседование</p> <p>Ситуационные задачи</p>
<b>Промежуточная аттестация (зачет, экзамен)</b>			<b>КИМ</b>

## 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на зачете и экзамене используются следующие критерии:

- владение понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами инженерной экологии);
- способность иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;
- применять теоретические знания для решения практических ситуационных задач в сфере обезвреживания и переработки промышленных отходов.

Для оценивания результатов обучения на зачете с оценкой используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами инженерной экологии), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований; применять теоретические знания для решения практических задач в сфере обезвреживания и переработки промышленных отходов.	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами инженерной экологии), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований; допускает ошибки в интерпретации вопросов обезвреживания и переработки промышленных отходов.	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований; не умеет грамотно применять подходы в сфере обезвреживания и переработки промышленных отходов.	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
Ответ на контрольно-измерительный материал содержит существенные ошибки. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, не умеет применять подходы в сфере обезвреживания и переработки промышленных отходов.	–	<i>Неудовлетворительно</i>

## 19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

### 19.3.1 Перечень вопросов к зачету (5 семестр):

1. Классификация основных технологических процессов обезвреживания и переработки промышленных отходов.
2. Классификация механических процессов переработки промышленных отходов



- 3.Классификация гидромеханических процессов обезвреживания и переработки промышленных отходов.
- 4.Классификация тепловых процессов обезвреживания и переработки промышленных отходов.
5. Классификация массообменных процессов обезвреживания и переработки промышленных отходов.
6. Дистилляционные методы обессоливания воды.
7. Экстракционный метод очистки сточных вод.
8. Выделение солей из концентрированных растворов сточных вод методом кристаллизации.
9. Методы обратного осмоса и ультрафильтрации, используемые в современной технологии очистки воды.
10. Электродиализ, используемый в современной технологии очистки воды.
- 11.Классификация химических и электрохимических методов обезвреживания и переработки промышленных отходов.
12. Электрохимические методы очистки сточных вод.
13. Методы нейтрализации сточных вод.
14. Процессы коагуляции и флокуляции для очистки сточных вод.
15. Очистка вод окислителями и восстановителями.
16. Расчет индекса загрязненности воды ( ИЗВ ).
17. Расчет индекса загрязненности атмосферы (ИЗА).
18. Расчет категории опасности предприятия (КОП)
19. Расчет платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников.
20. Расчет платы за выброс загрязняющих веществ в атмосферу от передвижных источников.
21. Расчет платы за сброс загрязняющих веществ со сточными водами в водоем.
22. Расчет платы за размещение отходов.

#### Критерии оценок на зачете:

Критерии оценивания зачета	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами гидрохимии), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований; применять теоретические знания для решения практических задач в сфере обезвреживания и переработки промышленных отходов.	<i>Зачтено</i>
Ответ на контрольно-измерительный материал содержит существенные ошибки. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, не умеет применять подходы в сфере обезвреживания и переработки промышленных отходов.	<i>Незачтено</i>

#### 19.3.2. Перечень вопросов к экзамену (6 семестр):

1. Классификация вредных производственных факторов.
2. Загрязнение воздушной среды жилых помещений.
3. Загрязнение воздушной среды производственных помещений.
4. Вредное воздействие загрязнителей воздушной среды на организм человека.
5. Воздействие промышленных выбросов на материалы, строения и оборудование.
- 6.Классификация производственной пыли.

7. Физико-химические свойства пыли и их гигиеническое значение.
8. Действие пыли на организм.
9. Профилактика пылевых заболеваний.
10. Методы определения запыленности воздуха на производстве.
11. Шум и его действие на организм.
12. Вибрация и ее действие на организм..
13. Ультразвук и его действие на организм.
14. Микроклимат производственных помещений. Влияние микроклимата на организм человека.
15. Плотность реальных жидкостей и способы ее определения.
16. Виды вязкости реальных жидкостей и способы их определения.
17. Способы определения относительной вязкости воздуха рабочих помещений.
18. Экспресс- метод определения концентрации токсических веществ в воздухе рабочей зоны.
19. Основные производственные вредности, влияющие на условия труда шахтеров и горняков.
20. Профессиональные заболевания шахтеров и горняков. Оздоровительные мероприятия в горнорудной и каменноугольной промышленности.
21. Основные производственные вредности, влияющие на условия труда рабочих на металлургических заводах.
22. Профессиональные заболевания рабочих металлургических заводов. Оздоровительные мероприятия на предприятиях черной металлургии

**Критерии оценок на экзамене:**

Критерии оценивания экзамена	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами инженерной экологии), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований; применять теоретические знания для решения практических задач в сфере обезвреживания и переработки промышленных отходов.	<i>Отлично</i>
Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами инженерной экологии), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований; допускает ошибки в интерпретации вопросов обезвреживания и переработки промышленных отходов.	<i>Хорошо</i>
Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований; не умеет грамотно применять подходы в сфере обезвреживания и переработки промышленных отходов.	<i>Удовлетворительно</i>
Ответ на контрольно-измерительный материал содержит существенные ошибки. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, не умеет применять подходы в сфере обезвреживания и переработки промышленных отходов.	<i>Неудовлетворительно</i>

**КИМ №1**

1. Загрязнение воздушной среды производственных помещений.
2. Основные производственные вредности, влияющие на условия труда шахтеров и горняков.

**КИМ №2**

1. Физико-химические свойства пыли и их гигиеническое значение.
2. Ультразвук и его действие на организм.

### 19.3.3 Комплект заданий для решения ситуационных задач:

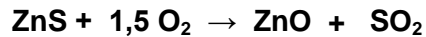
Комплект заданий по курсу "Инженерная экология" (5 семестр) включает 2 темы, 3 задания и 5 задач /краткое теоретическое обоснование, задание и решение/

#### Тема №1: « Загрязнение атмосферы»

#### Задание 1.1 Загрязнение атмосферы диоксидом серы (SO<sub>2</sub>)предприятиями цветной металлургии

Основным сырьем производства меди, цинка и многих других цветных металлов служат их сернистые соединения: цинковая обманка (**ZnS**), медный колчедан (**CuFeS<sub>2</sub>**) и др. соединения. При их обжиге выделяется диоксид серы. В отличие от электро- и теплоэнергетики в цветной промышленности принято извлекать **SO<sub>2</sub>** в целях превращения его в серную кислоту, используемую в производстве цветных металлов.

**Задача № 1.** Обжиг цинковой обманки (**ZnS**) происходит по реакции:



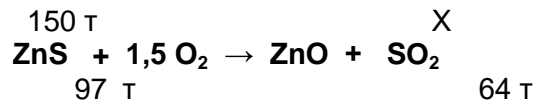
С какой эффективностью должны работать очистные сооружения, улавливающие диоксид серы, чтобы при обжиге 150 т цинковой обманки в атмосферу попадало не более 2 т диоксида серы.

**Решение:** 1) Эффективность очистки определяется по формуле:

$$\Theta = \frac{C_{\text{нач}} - C_{\text{кон}}}{C_{\text{нач}}} \cdot 100\% ,$$

где  $C_{\text{нач}}$  и  $C_{\text{кон}}$  – начальная и конечная концентрации вещества

- 2) По стехиометрическому уравнению находим количество образующихся при данных условиях диоксида серы, т.е. начальную концентрацию SO<sub>2</sub>.



на 97 т ZnS образуется 64 т SO<sub>2</sub>  
на 150 т - X т SO<sub>2</sub> X = 98,96 т SO<sub>2</sub>

- 3) Из условия задачи известно, что  $C_{\text{кон}} \text{SO}_2 = 2 \text{ т}$ , тогда эффективность очистки составит:
 
$$\Theta = \frac{98,96 - 2}{98,96} * 100\% = 97,9\% \text{ или } 98\%$$

**Задача №2.** При обжиге цинковой обманки (ZnS) выделяется диоксид серы (SO<sub>2</sub>). Его улавливают для получения серной кислоты с эффективностью 94%. Определить, сколько диоксида серы выбрасывают в атмосферу при обжиге 2500 т ZnS.

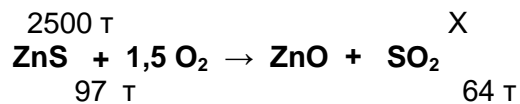
**Решение:**

- 1) Эффективность очистки определяется по формуле:

$$\Theta = \frac{C_{\text{нач}} - C_{\text{кон}}}{C_{\text{нач}}} \cdot 100\% ,$$

где  $C_{\text{нач}}$  и  $C_{\text{кон}}$  – начальная и конечная концентрации вещества

- 2) По стехиометрическому уравнению находим количество образующихся при данных условиях диоксида серы, т.е. начальную концентрацию SO<sub>2</sub>.



на 97 т ZnS образуется 64 т SO<sub>2</sub>  
 на 2500 т - X т SO<sub>2</sub> X = 1649,5 т SO<sub>2</sub>

3) Известно, что  $\mathcal{E} = 94\%$  или 0,94. Тогда из уравнения по эффективности очистки находим  $C_{\text{кон}} \text{ SO}_2$

$$0,94 = \frac{1649,5 - C_{\text{кон}}}{1649,5} \quad \text{или } C_{\text{к}} = (1 - \mathcal{E}) * C_{\text{н}} ,$$

0,94 \* 1649,5 = 1649,5 - C<sub>кон</sub> где  $\mathcal{E}$  брать в долях, т.е. 0,94

$$1550,53 - 1649,5 = - C_{\text{кон}}$$

$$C_{\text{кон}} = 1649,5 - 1550,53$$

$$C_{\text{кон}} = 98,97 \text{ т SO}_2$$

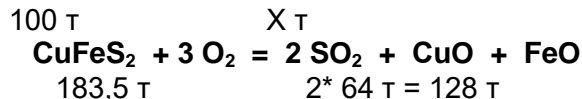
**Задача №3.** Определить в процентах эффективность очистных сооружений предприятия цветной металлургии, если при обжиге 100 т медного колчедана (CuFeS<sub>2</sub>) в воздух выбрасывают 12 т диоксида серы.

**Решение:** 1) Эффективность очистки определяется по формуле:

$$\mathcal{E} = \frac{C_{\text{нач}} - C_{\text{кон}}}{C_{\text{нач}}} \cdot 100\% ,$$

где  $C_{\text{нач}}$  и  $C_{\text{кон}}$  – начальная и конечная концентрации вещества

2) Запишем уравнение реакции и по стехиометрическим коэффициентам находим количество образующихся при данных условиях диоксида серы, т.е. начальную концентрацию SO<sub>2</sub>.



на 183,5 т CuFeS<sub>2</sub> образуется 128 т SO<sub>2</sub>  
 на 100 т - X т SO<sub>2</sub> X = 69,75 т SO<sub>2</sub>

(где Мол.масса CuFeS<sub>2</sub> = 63,5 + 56 + 32 \* 2 = 183,5)

3) Из условия задачи известно, что  $C_{\text{кон}} \text{ SO}_2 = 12 \text{ т}$ , тогда эффективность очистки составит:

$$\mathcal{E} = \frac{69,75 - 12}{69,75} * 100\% = 82,8\%$$

### Задание 1.2 « Расчет индекса загрязнения атмосферы (ИЗА)»

Под загрязнением атмосферы следует понимать изменение ее состава при поступлении примесей естественного (вулканические извержения, пыльные бури, лесные пожары) или антропогенного (выбросы промышленных предприятий и автотранспорта) происхождения.

Для оценки показателя качества воздуха часто используют **ИЗА** – комплексный индекс загрязнения атмосферы, учитывающий несколько примесей. Величина ИЗА рассчитывается по значениям среднегодовых концентраций. Поэтому этот показатель характеризует уровень хронического, длительного загрязнения воздуха.

**Пример.** Используя базу данных таблицы 1, оценить уровень загрязнения атмосферы территории обслуживания детской поликлиники №6, которая занимает значительный район на юге левобережной части г. Воронежа. С запада территория ограничена водохранилищем, с востока – железной дорогой, с севера – Левобережной промышленной зо-

ной. Жилая застройка состоит из пяти- и девятиэтажных зданий, а также одноэтажных домов частного сектора. На данной территории располагаются крупные предприятия: ОАО «Воронежсинтезкаучук», ОАО «Воронежшина», ОАО «Рудгормаш» и ТЭЦ-1.

Таблица 1 – Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, мг/м<sup>3</sup> (территория риска – территория обслуживания детской поликлиники №6)

Вещество	Факт.концентрация в-ва, мг/м <sup>3</sup>	ПДК <sub>сс</sub> , мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	Кратность превышения ПДК
Углерода оксид	3,49	3,0	4	
Серы диоксид	0,02925	0,05	3	
Взвешенные вещества	0,16715	0,15	3	
Азота диоксид	0,04475	0,04	2	
Формальдегид	0,00188	0,003	2	
Фенол	0,0022	0,003	3	
Марганец	0,00049	0,001	2	
Медь	0,00103	0,002	2	
Сероводород	0,00455	0,008	2	
Аммиак	0,043	0,04	4	
Водорода хлорид	0,08675	0,1	2	
Бензол	0,132	0,1	2	
Толуол	0,1675	0,6	3	
Ксилол	0,10375	0,3	3	
Стирол	0,001	0,002	3	
Свинец	0,004	0,0003	1	
Сажа	0,055	0,05	3	
Железа оксид	0,00723	0,04	3	
<b>ИЗА</b>				

#### Решение:

Расчет ИЗА ведем по 7 загрязнителям, которые превышают ПДК<sub>сс</sub> (углерода оксид, взвешенные вещества, азота диоксид, аммиак, бензол, свинец и сажа).

$$I(\text{CO}) = (1,16)^{0,85} = 1,13$$

$$I(\text{взв.в-ва}) = (1,14)^{1,0} = 1,14$$

$$I(\text{NO}_2) = (1,19)^{1,3} = 1,16$$

$$I(\text{NH}_3) = (1,08)^{0,85} = 1,07$$

$$I(\text{C}_6\text{H}_6) = (1,32)^{1,3} = 1,43$$

$$I(\text{свинец}) = (1,33)^{1,5} = 1,53$$

$$I(\text{сажа}) = (1,1)^{1,0} = 1,10$$

**ИЗА** = 1,13 + 1,14 + 1,16 + 1,07 + 1,43 + 1,53 + 1,10 = 8,53 - высокий уровень загрязнения атмосферы

### Тема №2 : « Загрязнение природных вод»

#### Задание 2.1. «Расчет индекса загрязненности воды»

При наличии результатов химических анализов по достаточному количеству показателей можно определять классы качества воды, которые являются интегральной характеристикой загрязненности поверхностных вод. Классы качества определяются по индексу загрязненности воды (**ИЗВ**), который рассчитывается как сумма приведенных к ПДК фактических значений 6 основных показателей качества воды по формуле :

$$\text{ИЗВ} = \frac{\sum_{i=1}^6 \frac{C_i}{\text{ПДК}_i}}{6}, \quad (1)$$

где  $C_i$  – среднее значение определяемого показателя за период наблюдений (при гидрохимическом мониторинге это среднее значение за год);  
 ПДК<sub>i</sub> – предельно-допустимая концентрация для данного загрязняющего вещества;  
 6 – число показателей, берущихся для расчета.

Значение ИЗВ рассчитывают для каждого пункта отбора проб (створа). Далее по таблице 1 в зависимости от значения ИЗВ определяют класс качества воды.

Таблица 1 – Характеристики интегральной оценки качества воды

ИЗВ	Класс качества воды	Оценка качества (характеристика) воды
Менее и равно 0,2	I	Очень чистые
Более 0,2 - 1	II	Чистые
Более 1 - 2	III	Умеренно загрязненные
Более 2 - 4	IV	Загрязненные
Более 4 - 6	V	Грязные
Более 6 - 10	VI	Очень грязные
Свыше 10	VII	Чрезвычайно грязные

В число 6 основных, так называемых «лимитируемых» показателей, входят значения 4 ингредиентов, являющихся для данного водоема (воды) наиболее неблагоприятными, или которые имеют наибольшие приведенные концентрации (отношение  $C/PDK$ ). Такими показателями по опыту гидрохимического мониторинга водоемов, нередко бывают следующие: содержание нитратов, нитритов, аммонийного азота, тяжелых металлов – меди, марганца, кадмия и др., фенолов, пестицидов, нефтепродуктов, СПАВ и т.д. Для каждого из 4-х выбранных показателей определяют индекс загрязненности воды по формуле:

$$ИЗВ = C_i / ПДК_i \quad (2)$$

При расчете ИЗВ, в обязательном порядке, входят также значения еще 2 показателей - концентрация растворенного кислорода и значение БПК<sub>5</sub>, для которых индекс загрязненности воды рассчитывается по другой формуле:  $ИЗВ = ПДК_i / C_i$  (3)

**Задание 1** Известен химический состав воды реки Дон за период с 2011 по 2013 годы (табл.2). Рассчитать ИЗВ и определить класс качества воды водного объекта за исследуемый период времени, заполнив таблицу 3. Сделать выводы и предложить водоохранные мероприятия по уменьшению деградации речного бассейна.

Таблица 2 – Среднегодовые значения химического состава р.Дон

Наименование ингредиентов	2011 год	2012 год	2013 год	ПДК, мг/л
Водный показатель, ед. рН	7,23	7,39	6,77	6,5 – 8,5
Растворенный кислород	5,01	5,8	5,65	6,0
Взвешенные вещества	9,46	9,68	15,9	9,5
БПК <sub>5</sub>	3,02	2,86	2,91	2,0
Ион аммония	0,149	0,255	0,424	0,5
Нитриты	0,071	0,102	<b>0,157</b>	0,08
Фосфаты	0,587	0,575	0,418	0,6
Нефтепродукты	0,07	0,09	<b>0,12</b>	0,05
СПАВ	0,035	0,03	0,053	0,1
Железо (общ.)	0,166	0,168	0,169	0,1
Хром (общ.)	0,005	0,005	0,005	0,005
Медь	0,0017	0,002	<b>0,0024</b>	0,001
Цинк	0,016	0,015	0,017	0,01
Никель	0,004	0,004	0,004	0,01
Хлориды	137,5	122,8	73,1	300,0
Сульфаты	60,7	58,7	22,8	100,0
Жиры	0,10	0,20	<b>0,8</b>	0,08
Хром (VI)	0,005	0,005	0,005	0,02

Нитраты	32,4	38,2	28,3	40,0
---------	------	------	------	------

**Решение:** Рассчитаем ИЗВ только за 2013 г

1) Для ВВ, негативно влияющих на качество воды:

$$\text{ИЗВ}_{\text{жиры}} = 0,8 / 0,08 = 10 \quad \text{ИЗВ}_{\text{нитриты}} = 0,157 / 0,08 = 1,96$$

$$\text{ИЗВ}_{\text{медь}} = 0,0024 / 0,001 = 2,4 \quad \text{ИЗВ}_{\text{НП}} = 0,12 / 0,05 = 2,4$$

2) Для общеобязательных ингредиентов:

$$\text{ИЗВ}_{\text{раств. O}_2} = 6,0 / 5,65 = 1,06 \quad \text{ИЗВ}_{\text{БПК}_5} = 2,0 / 2,91 = 0,69$$

3) Находим общее значение ИЗВ:

$$\text{ИЗВ} = (10 + 1,96 + 2,4 + 2,4 + 1,06 + 0,69) / 6 = 18,51 / 6 = 3,085$$

3) По таблице 1 определили, что воды р. Дон за 2013 г. относятся к IV классу качества и характеризуются как «загрязненные».

**Критерии оценивания** решения ситуационных задач по предложенному комплекту заданий по курсу «Инженерная экология» (5 семестр): 5 задач решены верно – *отлично*; 4 задачи решены верно – *хорошо*; 3-2 задачи решены верно – *удовлетворительно*; все задачи решены не верно – *неудовлетворительно*.

*Комплект заданий по курсу "Инженерная экология" (6 семестр) включает 1 тему, 2 задания, 8 задач.*

### **Тема: «Определение основных свойств реальных жидкостей»**

**Задание №1:** Определить плотности реальных жидкостей с помощью таблицы (раздать наглядный материал и объяснить работу с таблицей).

**Задача №1:** С помощью таблицы определить плотность анилина при температуре 57°C методом интерполяции

**Решение:** 1) Температура 57°C входит в интервал температур от 40°C до 60°C.

По таблице находим плотности анилина при этих температурах:

$$\begin{array}{l} 40^\circ\text{C} - 1004 \text{ кг/м}^3 \\ 60^\circ\text{C} - 987 \text{ кг/м}^3 \\ 2) - 20^\circ\text{C} - 17 \text{ кг/м}^3 \\ 1^\circ\text{C} - X \end{array} \quad X = -0,85 \text{ кг/м}^3$$

$$3) \rho_{57} = \rho_{60} - \rho_3 = 987 - 3 \cdot (-0,85) = 987 + 2,55 = 989,55 \text{ кг/м}^3$$

**Задача №2:** С помощью таблицы определить плотность ацетона при температуре 107°C методом интерполяции

**Решение:** 1) Температура 107°C входит в интервал температур от 100°C до 120°C.

По таблице находим плотности ацетона при этих температурах:

$$\begin{array}{l} 100^\circ\text{C} - 693 \text{ кг/м}^3 \\ 120^\circ\text{C} - 665 \text{ кг/м}^3 \\ 2) - 20^\circ\text{C} - 28 \text{ кг/м}^3 \\ 1^\circ\text{C} - X \end{array} \quad X = -1,4 \text{ кг/м}^3$$

$$3) \rho_{107} = \rho_{100} + \rho_7 = 693 + 7 \cdot (-1,4) = 693 - 9,8 = 683,2 \text{ кг/м}^3$$

**Задача №3:** определить плотность анилина при температуре 70°C.

**Задача №4:** определить плотность бензола при температуре 33°C методом интерполяции.

**Задание №2:** Определить динамическую вязкость реальных жидкостей и газов по номограммам.

**Задача №1:** С помощью номограммы (для жидкостей) определить динамическую вязкость бензола при температуре 80°C (*ответ дать в системе СИ*).

**Решение:** По таблице под номограммой для жидкостей находим № точки для бензола (№25). Между температурой 80°C и точкой №25 проводим прямую линию до пересечения со шкалой динамической вязкости.  $\mu = 0,34 \text{ сП} = 0,34 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$

**Задача №2:** С помощью номограммы (для газов) определить динамическую вязкость аммиака при температуре 150°C (*ответ дать в системе СИ*).

**Решение:** Под номограммой для газов находим № точки для аммиака (№10). Между температурой 150°C и точкой №10 проводим прямую линию до пересечения со шкалой динамической вязкости.  $\mu = 0,016 \text{ сП} = 0,016 \cdot 10^{-3} \text{ Па}\cdot\text{с}$

**Задача №3:** с помощью номограммы найти динамическую вязкость воды при температуре 80°C и толуола при 40°C.

**Задача №4:** с помощью номограммы найти динамическую вязкость воздуха при температуре 100°C и сероводорода при 150°C.

**Критерии оценивания** решения ситуационных задач по предложенному комплексу заданий по курсу «Инженерная экология» (6 семестр): 8 задач решены верно – *отлично*; 6 задач решены верно – *хорошо*; 4-3 задачи решены верно – *удовлетворительно*; все задачи решены не верно – *неудовлетворительно*.

#### 19.3.4 Вопросы для собеседования:

1. Содержание, цели и задачи предмета.
2. Оценка современного состояния окружающей среды.
3. Активный и пассивный путь защиты окружающей среды от промышленных загрязнителей.
4. Классификация вредных производственных факторов.
5. Загрязнение воздушной среды жилых и производственных помещений.
6. Вредное воздействие загрязнителей воздушной среды на организм человека.
7. Воздействие промышленных выбросов на материалы, строения и оборудование.
8. Дистилляция как метод опреснения питьевой воды.
9. Экстракция как метод очистки сточных вод.
10. Метод кристаллизации для очистки сточных вод
11. Обратный осмос для опреснения питьевой воды.
12. Электродиализ для очистки сточных вод.
13. Метод нейтрализации для очистки сточных вод.
14. Коагуляция и флокуляция для очистки сточных вод.
15. Очистка вод окислителями и восстановителями.

#### Критерии оценки ответов на вопросы собеседования:

Критерии оценивания собеседования	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами гидрохимии), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований; применять теоретические знания для решения практических задач в сфере обезвреживания и переработки промышленных отходов.	<i>Зачтено</i>
Ответ на контрольно-измерительный материал содержит существенные ошибки. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, не умеет применять подходы в сфере обезвреживания и переработки промышленных отходов.	<i>Незачтено</i>



#### **19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме: решение ситуационных задач (комплект заданий), собеседование. Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и практическое задание, позволяющее оценить степень сформированности умений и навыков при изучении дисциплины.

При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше (см. п.19.2).