

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

УТВЕРЖДАЮ



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.07.02 Рекуперация техногенных ресурсов

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:

Сформировать у студентов комплексный подход к выбору способов и средств по переработке промышленных и бытовых отходов в целях рационального природопользования и предотвращения вредного воздействия отходов на окружающую среду и человека.

Задачи:

- изучение экологических аспектов технологического производства, связанного с образованием отходов;
- знание принципов и технологий обезвреживания и переработки промышленных отходов;
- знание основ проектирования комплекса природоохранных мероприятий по снижению негативного воздействия отходов на среду обитания.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Дисциплина вариативной части.

Студенты-экологи должны обладать теоретическими знаниями в области обезвреживания и переработки промышленных отходов и быть компетентными в вопросах 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 эксплуатации очистных установок, очистных сооружений и полигонов и других производственных комплексов в области охраны окружающей среды и снижения уровня негативного воздействия хозяйственной деятельности	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - общие и локальные закономерности формирования техносферы и способы управления ею в целях защиты и безопасности природной среды; - систему инженерно-технических мероприятий, направленных на сохранение качества среды в условиях растущего промышленного производства; - основные процессы обезвреживания и переработки промышленных отходов. <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - решать глобальные и региональные геоэкологические проблемы; - самостоятельно проводить расчеты в области обезвреживания и переработки промышленных отходов; - изыскивать резервы для минимального экологического риска и ущерба природной среде. <p>Владеть (иметь навык(и)):</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами геоэкологического проектирования, мониторинга и экспертизы; - навыками рациональной природоохранной и ресурсосберегающей деятельности.
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 нарушенных агрогеосистем и созданию культурных	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основы рационального природопользования; - особенности и свойства промышленных и бытовых отходов; - методы переработки промышленных и бытовых отходов; <p>Уметь: пользоваться материально-техническими средствами для оценивания уровня воздействия опасных отходов производства и потребления состояние окружающей среды;</p>

ландшафтов	Владеть: способностью разрабатывать типовые природоохранные мероприятия и проводить оценку воздействия планируемых сооружений или иных форм хозяйственной деятельности на окружающую среду.
------------	--

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: экзамен	36	зачет	36
Итого:	180	72	108

13.1 Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лекции		
1.1	Введение в курс «Рекуперация техногенных ресурсов».	Введение в курс «Рекуперация техногенных ресурсов». Содержание, цели и задачи предмета. Оценка современного состояния окружающей среды.
1.2	Классификация и характеристика промышленных отходов.	Классификация и характеристика промышленных отходов. Нормативы образования промышленных отходов. Состав и свойства ТБО. Проблема мусорных свалок. Нормы накопления ТБО.
1.3	Классификация методов обезвреживания и переработки ПО и ТБО.	Классификация методов обезвреживания и переработки ПО и ТБО. Складирование на полигонах. Конструкция полигона ТБО. Экранирование полигонов и шламонакопителей. Мероприятия по рациональной эксплуатации полигонов ТБО. Захоронение ТБО совместно с ПО на полигонах. Контроль за деятельностью полигонов. Термические методы обезвреживания и утилизации ТБО. Методы полевого и заводского компостирования. Пути внедрения безотходных технологий и использование ВМР в стране и за рубежом. Утилизация ПО и ТБО в г. Воронеже.
2. Лабораторные работы		
2.3	Классификация и характеристика промышленных отходов (ПО). Методы переработки ПО.	Оценка эффективности очистки сточных вод гидромеханическими методами. Адсорбционная очистка сточной воды. Оценка эффективности очистки питьевой воды от железа методом адсорбции. Оценка эффективности очистки питьевой воды от солей жесткости методом адсорбции. Обесцвечивание сточных вод коагуляцией и флокуляцией. Очистка воздуха от диоксида углерода абсорбцией. Очистка воздуха от диоксида углерода адсорбцией. Очистка кислых сточных вод от ионов металлов методом нейтрализации.

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 курс «Рекуперация техногенных ресурсов».	4		20		24
1.2	Классификация и характеристика промышленных отходов.	6		20		26
1.3	Классификация методов обезвреживания и переработки ПО и ТБО.	20	46	28		94
	Форма промежуточной аттестации.				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	Твердые отходы: технологии утилизации, методы контроля, мониторинг: учеб. пособие для академич. Бакалавриата / М.Д. Харламова, А.И. Курбатова; под ред. М.Д. Харламовой. – Москва: Издательство Юрайт, 2018.- 231 с.
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	Ветошкин А.Г. Теоретические основы защиты окружающей среды: учеб. пособие / А.Г. Ветошкин. – М. : Высш. Шк., 2008. – 396 с.

5	Справочно-метод. пособие к учеб. курсу проф. Подготовки «Деятельность по обращению с опасными отходами» / Е.И. Белоцерковская, Е.С. Головатюк, Л.М. Моргунова, А.С. Муха. – Воронеж : НОУ «ЦРП», 2006. – 64 с.
6	Проблемы утилизации твердых отходов : учебное пособие для вузов / Воронеж. гос. ун-т; сост.: В.Ф. Кострюков, Е.В. Золотухина .— Воронеж : ЛОП ВГУ, 2009 - 212 с.
7	Теоретические основы, техника и технология обезвреживания, переработки и утилизации отходов : учебное пособие для студентов технических и классических университетов / В. И. Вигдорович, Н. В. Шель, И. В. Зарапина .— М. : Картэк, 2008. — 214 с

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

№ п/п	Ресурс
8	Электронный курс по дисциплине на портале «Электронный университет ВГУ» – Режим доступа: по подписке. – https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=4025
9	Утилизация твердых отходов [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Воронеж. гос. ун-т.— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2009 – 122 с.
10	Полнотекстовая база «Университетская библиотека» - образовательный ресурс. - <URL: http://www.biblioclub.ru >
11	Экологический портал (http://portaleco.ru)
12	Методы экологических исследований : учеб. пособие для вузов / Н.В. Каверина, Т.И. Прожорина, Е.Ю. Иванова и др.- Воронеж: Издательство «Научная книга», 2019. - 355 с. [гриф ФУМО по «Наукам о Земле» /URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m15-11.pdf/ ;

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Медико-экологический атлас Воронежской области [Электронный ресурс] : монография / С. А. Куролап, Т.И. Прожорина, М. А. Клевцова, П. М. Виноградов, Н. В. Каверина, С. А. Епринцев, Л. О. Серeda, А. Е. Скосарь, И. В. Попова, О. В. Клепиков, Ю. И. Стёпкин, Н. П. Мамчик, И. В. Колнет, Е. М. Студеникина, Ю. С. Калашников .— Воронеж : Воронежский государственный университет, 2019 .— (Создан при финансовой поддержке Русского географического общества) URL: http://www.geogr.vsu.ru/atlas.htm
2	Мониторинг и методы контроля окружающей среды.: Учебное пособие / Под ред. Ю.А. Афанасьев, С.А. Фомин. - М.: Изд-во МНЭПУ, 2001 – 335 с.
3	Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод / Ю.Ю. Лурье. – М.: Химия, 1974 – 374 с.
4	Скурлатов Ю.И. Введение в экологическую химию / Ю.И. Скурлатов, Г.Г. Дука, А. Мизити. – М.: Высш.шк., 1994 – 339 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 заня-

тиях, 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., испаритель ротационный – ИР 1 М2 – 1 шт.

19. Фонд оценочных средств:

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

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ПК – 3	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - общие и локальные закономерности формирования техносферы и способы управления ею в целях защиты и безопасности природной среды,; - систему инженерно-технических мероприятий, направленных на сохранение качества среды в условиях растущего промышленного производства; - основные процессы обезвреживания и переработки промышленных отходов; <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - решать глобальные и региональные геоэкологические проблемы; - самостоятельно проводить расчеты в области обезвреживания и переработки промышленных отходов; - изыскивать резервы для минимального экологического риска и ущерба природной среде; <p>Владеть (иметь навык(и)):</p> <ul style="list-style-type: none"> - методами геоэкологического проектирования, мониторинга и экспертизы; - навыками рациональной природоохранной и ресурсосберегающей деятельности. 	<p>Введение в курс «Рекуперация техногенных ресурсов».</p> <p>Классификация основных технологических процессов обезвреживания и переработки промышленных отходов (ПО).</p>	<p>Собеседование</p> <p>Ситуационные задачи</p>

ПК-5	<p>Знать: основы рационального природопользования, особенности и свойства промышленных и бытовых отходов, методы переработки промышленных и бытовых отходов;</p> <p>Уметь: пользоваться материально-техническими средствами для оценивания уровня воздействия опасных отходов производства и потребления на состояние окружающей среды;</p> <p>Владеть: способностью разрабатывать типовые природоохранные мероприятия и проводить оценку воздействия планируемых сооружений или иных форм хозяйственной деятельности на окружающую среду.</p>	Классификация методов обезвреживания и переработки ПО и ТБО.	Ситуационные задачи
Промежуточная аттестация			КИМ

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 рекуперации техногенных ресурсов);
- способность иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;
- применять теоретические знания для решения практических 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 рекуперации техногенных ресурсов), 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 рекуперации техногенных ресурсов); 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. Опасные свойства отходов. Методы определения класса опасности отхода.
2. Паспорт опасного отхода.
3. Классификатор отходов. Структура ФККО.
4. Утилизация отходов промышленного и бытового потребления в Воронеже.
5. Нормирование сбора промышленных отходов.
6. Классификация и характеристика промышленных отходов.
7. Безотходные технологии (основные направления) и использование ВМР за рубежом и в России.

Критерии оценок на зачете:

Критерии оценивания	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами рекуперация техногенных ресурсов), 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>

Перечень вопросов к экзамену (6 семестр):

1. Классификация и характеристика твердых коммунальных отходов (нормы накопления ТКО, состав и свойства ТКО).
2. Классификация методов обезвреживания и переработки ТКО.
3. Складирование ТКО на полигонах (конструкция полигона, оптимальные условия строительства полигонов ТКО). Захоронение ТКО совместно с ПО на полигонах.
4. Виды экранирования полигонов и шламонакопителей (их достоинства и недостатки).
5. Термические методы обезвреживания и утилизации ТКО. Оптимальные условия строительства заводов по сжиганию ТКО. Схема мусоросжигательного завода. Сжигание ТКО совместно с ПО.
6. Методы заводского и полевого компостирования. Их достоинства и недостатки.
7. Классификация показателей вредности, по которым полигоны ТКО должны обеспечивать охрану окружающей среды.
8. Проблемы и перспективы обезвреживания и переработки ТКО в г. Воронеже.

9. Оценка эффективности очистки сточных вод гидромеханическими методами.
10. Адсорбционная очистка питьевой и сточной воды.
11. Обесцвечивание сточных вод коагуляцией и флокуляцией.
12. Обесцвечивание сточных вод электрокоагуляцией.
13. Очистка газовых смесей методом абсорбции.
14. Очистка газовых смесей методом адсорбции.

Критерии оценок на экзамене:

Критерии оценивания	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами рекуперации техногенных ресурсов), 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 рекуперации техногенных ресурсов), 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. Классификация методов обезвреживания и переработки ТКО.
2. Очистка газовых смесей методом абсорбции.

КИМ №2

1. Адсорбционная очистка питьевой и сточной воды.
2. Проблемы и перспективы обезвреживания и переработки ТКО в г. Воронеже

19.3.2 Комплект заданий для решения ситуационных задач

Комплект заданий по курсу " Рекуперация техногенных ресурсов " включает 2 темы, 3 задания и 5 задач /краткое теоретическое обоснование, задание и решение/

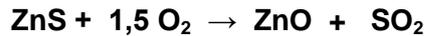
Тема №1: « Загрязнение атмосферы»

Задание 1.1 Загрязнение атмосферы диоксидом серы (SO₂)предприятиями цветной металлургии

Основным сырьем производства меди, цинка и многих других цветных металлов служат их сернистые соединения: цинковая обманка (**ZnS**), медный колчедан (**CuFeS₂**) и др. соединения. При их обжиге выделяется диоксид серы. В отличие от электро- и теплоэнер-

гетики в цветной промышленности принято извлекать SO_2 в целях превращения его в серную кислоту, используемую в производстве цветных металлов.

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



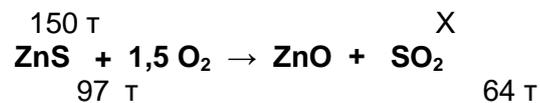
С какой эффективностью должны работать очистные сооружения, улавливающие диоксид серы, чтобы при обжиге 150 т цинковой обманки в атмосферу попадало не более 2 т диоксида серы.

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_2 .



на 97 т ZnS образуется 64 т SO_2
на 150 т - X т SO_2 X = 98,96 т SO_2

3) Из условия задачи известно, что $C_{\text{кон}} \text{SO}_2 = 2 \text{ т}$, тогда эффективность очистки со-

ставит:

$$\Theta = \frac{98,96 - 2}{98,96} * 100\% = 97,9\% \text{ или } 98\%$$

Задача №2. При обжиге цинковой обманки (ZnS) выделяется диоксид серы (SO_2). Его улавливают для получения серной кислоты с эффективностью 94%. Определить, сколько диоксида серы выбрасывают в атмосферу при обжиге 2500 т ZnS.

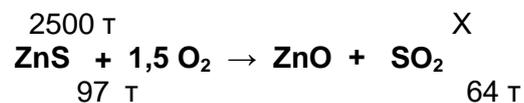
Решение:

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_2 .



на 97 т ZnS образуется 64 т SO_2
на 2500 т - X т SO_2 X = 1649,5 т SO_2

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

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

где Θ брать в долях, т.е. 0,94

$$0,94 * 1649,5 = 1649,5 - C_{\text{кон}}$$

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

$$C_{\text{кон}} = 1649,5 - 1550,53$$

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

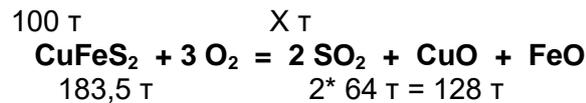
Задача №3. Определить в процентах эффективность очистных сооружений предприятия цветной металлургии, если при обжиге 100 т медного колчедана (CuFeS_2) в воздух выбрасывают 12 т диоксида серы.

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) Запишем уравнение реакции и по стехиометрическим коэффициентам находим количество образующихся при данных условиях диоксида серы, т.е. начальную концентрацию SO_2 .



на 183,5 т CuFeS_2 образуется 128 т SO_2
на 100 т - X т SO_2 $X = 69,75 \text{ т SO}_2$

(где Мол.масса $\text{CuFeS}_2 = 63,5 + 56 + 32 * 2 = 183,5$)

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

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

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 зоной. 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^3 (территория риска – территория обслуживания детской поликлиники №6)

Вещество	Факт.концентрация в-ва, мг/м^3	ПДК _{сс} , мг/м^3	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	
ИЗА				

Решение:

Расчет ИЗА ведем по 7 загрязнителям, которые превышают ПДК_{сс} (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_i – 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

<u>ИЗВ</u>	<u>Класс качества воды</u>	<u>Оценка качества (характеристика) воды</u>
<u>Менее и равно 0,2</u>	<u>I</u>	<u>Очень чистые</u>
<u>Более 0,2 - 1</u>	<u>II</u>	<u>Чистые</u>
<u>Более 1 - 2</u>	<u>III</u>	<u>Умеренно загрязненные</u>
<u>Более 2 - 4</u>	<u>IV</u>	<u>Загрязненные</u>
<u>Более 4 - 6</u>	<u>V</u>	<u>Грязные</u>

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 С/ПДК). 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:

$$\text{ИЗВ} = C_i / \text{ПДК}_i \quad (2)$$

При расчете ИЗВ, в обязательном порядке, входят также значения еще 2 показателей - концентрация растворенного кислорода и значение БПК₅, для которых индекс загрязненности воды рассчитывается по другой формуле: $\text{ИЗВ} = \text{ПДК}_i / C_i \quad (3)$

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 ₅	3,02	2,86	2,91	2,0
Ион аммония	0,149	0,255	0,424	0,5
Нитриты	0,071	0,102	0,157	0,08
Фосфаты	0,587	0,575	0,418	0,6
Нефтепродукты	0,07	0,09	0,12	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	0,0024	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	0,8	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 комплексу заданий по курсу «Рекуперация техногенных ресурсов»: 5 задач решены верно – *отлично*; 4 задачи решены верно – *хорошо*; 3-2 задачи решены верно – *удовлетворительно*; все задачи решены не верно – *неудовлетворительно*.

19.3.3 Вопросы для собеседования

1. Характеристика промышленных отходов (ПО)
2. Характеристика твердых коммунальных отходов (ТКО).
3. Классификация методов обезвреживания и переработки ТКО.
4. Складирование ТКО на полигонах
5. Термические методы обезвреживания и утилизации ТКО.
6. Методы заводского и полевого компостирования.

Критерии оценки ответов на вопросы собеседования

Критерии оценивания собеседования	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами рекуперации техногенных ресурсов), 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), собеседования. 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).