

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.03.01  
(индекс дисциплины)

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Способы утилизации и переработки отходов

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки  
18.04.01 Химическая технология

(код и наименование направления подготовки, специальности в соответствии с ФГОС ВПО/ ФГОС ВО)

Экобиотехнология

(направленность (профиль)/специализация)

Форма обучения: очная

Год набора: 2019

### Распределение часов дисциплины по семестрам и видам занятий (по учебному плану)

Количество ЗЕТ	10											
Часов по РУП	360											
Виды контроля в семестрах:	Экзамены			Зачеты			Курсовые проекты		Курсовые работы		Контрольные работы (для заочной формы обучения)	
	2											
	№№ семестров											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Итого
ЗЕТ по семестрам		10										10
Лекции		8										8
Лабораторные		32										32
Практические		32										32
Контактная работа		72										72
Сам. работа		252										252
Контроль		36										36
Итого		360										360

Тольятти, 2019

Рабочая программа составлена на основании ФГОС ВПО/ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки (специальности) 18.04.01 Химическая технология

*(код и наименование направления подготовки, специальности в соответствии с ФГОС ВПО/ ФГОС ВО)*

### Рецензирование рабочей программы дисциплины:

☒

Отсутствует

☒

Учебная (рабочая) программа одобрена на заседании кафедры «Рациональное природопользование и ресурсосбережение» (протокол заседания № 1 от «28» августа 2018г.).

☐

Рецензент

\_\_\_\_\_  
(должность, ученое звание, степень)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Срок действия рабочей программы дисциплины до «28» августа 2021 г.

### Информация об актуализации рабочей программы дисциплины:

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Протокол заседания кафедры № \_\_\_\_ от «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой «Рациональное природопользование и ресурсосбережение»

\_\_\_\_\_  
(разработавшей РПД)

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

\_\_\_\_\_  
(подпись)

М.В. Кравцова

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

**АННОТАЦИЯ**  
**дисциплины (учебного курса)**  
**Б1.В.ДВ.03.01 Способы утилизации и переработки отходов**  
(индекс и наименование дисциплины (учебного курса))

---

**1. Цель и задачи изучения дисциплины (учебного курса)**

Цель – повышение уровня профессиональной компетенции студентов посредством освоения студентами теоретических и практических основ вторичной переработки различных видов отходов с получением полезной энергии и вторичного сырья и продуктов.

Задачи:

1. Сформировать знания об основных технологиях утилизации и переработки отходов и методах вторичной переработки.
2. Развить навыки на практических занятиях по получению новых продуктов и материалов из отходов.
3. Сформировать способность к оптимальному выбору методов переработки разных видов отходов.

**2. Место дисциплины (учебного курса) в структуре ОПОП ВО**

Данная дисциплина (учебный курс) относится к Блоку 1 «Дисциплины (модули)» (вариативная часть, дисциплины по выбору).

Дисциплины, учебные курсы, на освоении которых базируется данная дисциплина – «Моделирование технических систем», «Катализ в химической технологии», «Молекулярная биотехнология».

Дисциплины, учебные курсы для которых необходимы знания, умения, навыки, приобретаемые в результате изучения данной дисциплины – «Биохимические методы анализа», «Биоиндикация и биотестирование», «Производственная практика (Технологическая практика)».

**3. Планируемые результаты обучения по дисциплине (учебному курсу), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

<b>Формируемые и контролируемые компетенции</b>	<b>Планируемые результаты обучения</b>
- способность организовывать самостоятельную и коллективную научно-	Знать: - основные способы и технологии переработки и утилизации разных видов отходов; - особенности организации полигона;

исследовательскую работу, разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок, разрабатывать задания для исполнителей (ПК-1)	-методы оценки вариантов переработки отходов.
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить расчет загрязняющих веществ, выделяющихся биогазом на полигонах ТКО;</li> <li>-разрабатывать план для проектирования полигонов;</li> <li>- разрабатывать планы и программы проведения научных исследований и технических разработок в области переработки отходов.</li> </ul>
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами извлечения вторичных ресурсов утилизации отходов;</li> <li>- основными методами применения биотехнологий в утилизации органических отходов;</li> <li>- способностью организовывать самостоятельную и коллективную научно-исследовательскую работу в области переработки отходов.</li> </ul>
- готовность к поиску, обработке, анализу и систематизации научно-технической информации по теме исследования, выбору методик и средств решения задачи (ПК-2)	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные методы анализа и систематизации научно-технической информации;</li> <li>-проблемы в области обращения с отходами;</li> <li>-природоохранное законодательство в области обращения с отходами.</li> </ul>
	<p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить расчет нормативов образования отходов;</li> <li>-составлять отчетность в области обращения с отходами;</li> <li>- анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по теме исследования в области обращения с отходами, выбирать методики и средства решения задач.</li> </ul>
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методами и методиками в области вторичной переработки сырья;</li> <li>- навыками использования информации с помощью специализированных информационных систем в области обращения с отходами.</li> </ul>
- способность использовать современные приборы и методики, организовывать проведение экспериментов и испытаний, проводить их обработку и анализировать их ре-	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современные методы определения компонентного состава отходов;</li> <li>-методы оТКОра проб для проведения экспериментальных исследований;</li> <li>- методы обработки и анализа результатов исследований.</li> </ul>
	<p>Уметь:</p>

результаты (ПК-3)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- определять класс опасности отходов расчетным и экспериментальным способом;</li> <li>- применять метод биотестирования для определения класса опасности отходов;</li> <li>- проводить эксперименты и испытания по переработке отходов и излечению ценных компонентов в отходах, проводить их обработку и анализировать их результаты.</li> </ul>
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками определения морфологического состава отходов аналитическим и гравиметрическим методом.</li> </ul>

### **Тематическое содержание дисциплины (учебного курса)**

Раздел, модуль	Подраздел, тема
Модуль 1. Общие сведения в области обращения с отходами.	<p>Природоохранное законодательство в области обращения с отходами.</p> <p>Проблема образования твердых промышленных отходов и их классификация.</p>
Модуль 2. Способы утилизации и переработки отходов.	<p>Утилизация и переработка твердых бытовых отходов.</p> <p>Методы подготовки и переработки твердых промышленных отходов.</p>

**Общая трудоемкость дисциплины (учебного курса) – 10 ЗЕТ.**

#### 4. Структура и содержание дисциплины (учебного курса) Способы утилизации и переработки отходов

(наименование дисциплины (учебного курса))

Семестр изучения 2

Раздел, модуль	Подраздел, тема	Виды учебной работы						Необходимые материально- технические ресурсы	Формы текущего контроля (наименование оце- ночного средства)	Рекомендуемая литература (№)	
		Контактная работа (в часах)					Самостоятельная работа				
		всего			в т.ч. в интерактивной форме	Формы проведения лекций, лаборатор- ных, практических занятий, методы обу- чения, реализующие применяемую образо- вательную техноло- гию	в часах				формы организации самостоятельной работы
		лекций	лабораторных	практических							
Модуль 1. Общие све- дения в об- ласти об- ращения с отходами.	Лекция № 1. При- родоохранное зако- нодательство в об- ласти обращения с отходами.	2				Лекция с эле- ментами дис- куссии.			Мультимедийные средства: компь- ютер или ноут- бук, проектор, экран.		1,2
	Лекция № 2. Про- блема образования твердых промыш- ленных отходов и их классификация.	2				Лекция с эле- ментами дис- куссии.			Мультимедийные средства: компь- ютер или ноут- бук, проектор, экран.		1,2

	<b>Практическое занятие №1.</b> Работа с информационными системами в области обращения с отходами. Отчетность в сфере обращения с отходами. Федеральный классификационный каталог отходов и использование его при составлении паспорта опасного отхода.			4		Практическое занятие.	8	Подготовка отчета по практическому занятию.	Раздаточный материал, компьютер, доступ к сети Интернет.	Отчет по практическому занятию № 1.	2
	<b>Лабораторная работа №1.</b> Расчет класса опасности отходов с использованием программы Интеграл.		4			Лабораторная работа.	30	Подготовка отчета по лабораторной работе.	Компьютер, доступ к сети Интернет, программный продукт «Расчет класса опасности версии 2.2»	Отчет по лабораторной работе №1 в электронном виде.	1,2
	<b>Лабораторная работа № 2</b> Определение класса опасности отходов методом биотестирования.		4			Лабораторная работа.	16	Подготовка отчета по лабораторной работе.	Раздаточный материал. Лабораторное оборудование.	Отчет по лабораторной работе №2.	1,2
	<b>Практическое занятие №2.</b> Составление инвентаризации отходов для реального сектора экономики.			4		Практическое занятие.	14	Подготовка отчета по практическому занятию.	Раздаточный материал, компьютер, доступ к сети Интернет.	Отчет по практическому занятию № 2 в электронном виде.	1,2

	<b>Практическое занятие №3.</b> Расчет нормативов образования твердых отходов (на примерах различных отраслей промышленности).			4		Практическое занятие с решением задач, обсуждение результатов деятельности.	10	Подготовка отчета по практическому занятию.	Раздаточный материал, компьютер, доступ к сети Интернет.	Отчет по практическому занятию № 3.	1,2
<b>Модуль 2. Способы утилизации и переработки отходов.</b>	<b>Лекция №3.</b> Утилизация и переработка твердых бытовых отходов.	2				Лекция с элементами дискуссии.			Мультимедийные средства: компьютер или ноутбук, проектор, экран.		1,2
	<b>Лекция №4.</b> Методы подготовки и переработки твердых промышленных отходов.	2				Лекция с элементами дискуссии, с использованием технологий развития критического мышления.			Мультимедийная аудитория.		1,2
	<b>Практическое занятие №4.</b> Дробление, измельчение, классификация и гранулирование твердых отходов. Гравитационные методы обогащения. Флотационное обогащение твердых отходов.			4		Практическое занятие – семинар.	20	Подготовка отчета по практическому занятию.	Раздаточный материал, компьютер, доступ к сети Интернет.	Отчет по практическому занятию № 4.	1,2



	<b>Практическое занятие №5.</b> Переработка отходов нефтепереработки и нефтехимии.			2		Практическое занятие – семинар.	30	Подготовка отчета по практическому занятию.	Раздаточный материал, компьютер, доступ к сети Интернет.	Отчет по практическому занятию № 5.	1,2
	<b>Практическое занятие №6.</b> Переработка отходов производств материалов и изделий на основе резины.			2		Практическое занятие – семинар.	30	Подготовка отчета по практическому занятию.	Раздаточный материал, компьютер, доступ к сети Интернет.	Отчет по практическому занятию № 6.	1,2
	<b>Практическое занятие №7.</b> Оценка вариантов переработки отходов.			4		Практическое занятие с решением задач, обсуждение результатов деятельности.	20	Подготовка отчета по практическому занятию.	Раздаточный материал, компьютер, доступ к сети Интернет.	Отчет по практическому занятию № 7.	1,2

	<b>Практическое занятие №8.</b> Обустройство и эксплуатация полигонов. Особенности захоронения отходов на свалках и полигонах. Основные положения проектирования полигонов. Санитарно-гигиенические требования, применяемые к обустройству и эксплуатации полигонов. Расчет площади и вместимости полигонов ТКО.			4		Практическое занятие с решением задач, обсуждение результатов деятельности.	20	Подготовка отчета по практическому занятию.	Раздаточный материал, компьютер, доступ к сети Интернет.	Отчет по практическому занятию № 8.	1,2
	<b>Практическое занятие №9.</b> Расчет загрязняющих веществ, выделяющихся с биогазом на полигонах ТКО.			4		Практическое занятие с решением задач, обсуждение результатов деятельности.	16	Подготовка отчета по практическому занятию.	Раздаточный материал, компьютер, доступ к сети Интернет.	Отчет по практическому занятию № 9.	1,2
	<b>Лабораторная работа №3.</b> Получение хвойного экстракта из древесной зелени сосны и определение его физико-химических характеристик.		4			Лабораторная работа.	6	Подготовка отчета по лабораторной работе.	Раздаточный материал. Лабораторное оборудование.	Отчет по лабораторной работе №3.	1,2

	<b>Лабораторная работа №4.</b> Получение гидролизного лигнина из отходов растительного сырья и изучение сорбционных свойств различных лигнинов.		4			Лабораторная работа.	6	Подготовка отчета по лабораторной работе.	Раздаточный материал. Лабораторное оборудование.	Отчет по лабораторной работе №4.	1,2
	<b>Лабораторная работа №5.</b> Получение биопрепаратов из хвои сосны. Химический анализ древесной зелени и хвои сосны.		4			Лабораторная работа.	6	Подготовка отчета по лабораторной работе.	Раздаточный материал. Лабораторное оборудование.	Отчет по лабораторной работе №5.	1,2
	<b>Лабораторная работа №6.</b> Получение легкоплавких стекол из отходов переработки кварцевого сырья.		4			Лабораторная работа.	6	Подготовка отчета по лабораторной работе.	Раздаточный материал. Лабораторное оборудование.	Отчет по лабораторной работе №6.	1,2
	<b>Лабораторная работа №7.</b> Определение морфологического состава твердых бытовых отходов аналитическим и гравиметрическим методом.		4			Лабораторная работа.	6	Подготовка отчета по лабораторной работе.	Раздаточный материал. Лабораторное оборудование.	Отчет по лабораторной работе №7.	1,2

	<b>Лабораторная работа № 8.</b> Кондиционирование осадков промышленных сточных вод. Обработка осадков органическими флокулянтами.		4			Лабораторная работа.	8	Подготовка отчета по лабораторной работе.	Раздаточный материал. Лабораторное оборудование.	Отчет по лабораторной работе №8.	1,2
<b>Подготовка к экзамену</b>							<b>36</b>				
<b>ИТОГО: 360</b>		<b>8</b>	<b>32</b>	<b>32</b>			<b>288</b>				
		<b>72</b>									

## 5. Критерии и нормы текущего контроля и промежуточной аттестации

Формы текущего контроля	Условия допуска	Критерии и нормы оценки	
Отчеты по практическим занятиям №1-9.	Допускаются все студенты	«зачтено»	Студент представляет отчет по практическому занятию, выполненный в полном объеме согласно требованиям учебно-методического пособия, отвечает на два вопроса по содержанию темы занятия.
		«не зачтено»	Отчет по практическому занятию отсутствует.
Отчеты по лабораторным работам №1-8.	Допускаются все студенты	«зачтено»	Студент представляет отчет по лабораторной работе, выполненный в полном объеме согласно требованиям учебно-методического пособия, отвечает на два вопроса по содержанию темы занятия.
		«не зачтено»	Лабораторная работа не выполнялась студентом, отчет отсутствует.

Форма проведения промежуточной аттестации	Условия допуска	Критерии и нормы оценки	
Экзамен (устно)	Наличие «зачтено» по результатам текущего контроля по всем практическим занятиям и лабораторным работам.	«Отлично»	Ответ на два теоретических вопроса, студент хорошо владеет материалом и отвечает на дополнительные вопросы с пониманием, приводит примеры.
		«Хорошо»	Ответ на два теоретических вопроса, студент хорошо владеет материалом, ответ на теоретический материал одного из во-

			просов экзаменационного билета неполный, хорошо отвечает на дополнительные вопросы, приводит примеры.
		«Удовлетворительно»	Ответ на теоретический материал по одному из двух теоретических вопросов полный, ответы на дополнительные вопросы по теоретическому экзаменационному материалу билета должны быть близкими к теории.
		«Неудовлетворительно»	Не отвечает ни на один из теоретических вопросов, не может ответить ни на один дополнительный вопрос.

## **6. Критерии и нормы оценки курсовых работ (проектов)**

Курсовые работы (проекты) учебным планом не предусмотрены.

## **7. Примерная тематика письменных работ (курсовых, рефератов, контрольных, расчетно-графических и др.)**

Письменные работы учебным планом не предусмотрены.

## **8. Вопросы к экзамену**

№ п/п	Вопросы
1	Основные принципы охраны окружающей среды.
2	Требования в области охраны окружающей среды при осуществлении хозяйственной и иной деятельности.
3	Основы управления в области охраны окружающей среды.
4	Природные объекты, находящиеся под особой охраной.
5	Государственный экологический мониторинг (государственный мониторинг окружающей среды).
6	Государственный экологический надзор. Производственный и общественный контроль в области охраны окружающей среды.
7	Правовое регулирование в области обращения с отходами.
8	Классы опасности отходов. Критериев отнесения отходов к I - V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду.
9	Общие требования к обращению с отходами.
10	Основные принципы и приоритетные направления государственной политики в области обращения с отходами.
11	Нормирование, государственный учет и отчетность в области обращения с отходами.
12	Экономическое регулирование в области обращения с отходами.
13	Государственный надзор в области обращения с отходами.
14	Ответственность за нарушение законодательства Российской Федерации в области обращения с отходами.
15	Источники возникновения твердых отходов. Классификация отходов в зависимости от структуры и химического состава.
16	Отчетность в сфере обращения с отходами.
17	Федеральный классификационный каталог отходов и использование его при составлении паспорта опасного отхода.
18	Методика определения класса опасности отходов методом биотестирования.
19	Принципы нормирования в области обращения с отходами.
20	Утилизация и переработка твердых бытовых отходов: виды, основ-

	ные методы переработки.
21	Утилизация и вторичная переработка многокомпонентных ТКО.
22	Анализ состояния вторичной переработки и утилизации полимерных материалов.
23	Утилизация отходов тары и упаковки из полиолефинов.
24	Структурно-химические особенности вторичного полиэтилена.
25	Технология переработки вторичного полиолефинового сырья в гранулят.
26	Описание конструкции оборудования для измельчения.
27	Способы модификации вторичных полиолефинов.
28	Методы подготовки отходов поливинилхлорида.
29	Методы переработки отходов поливинилхлоридных пластиков.
30	Методы переработки отходов ПА.
31	Технологические процессы повторной переработки отходов ПА.
32	Понятие и свойства биоразлагаемых пластиков.
33	Взаимодействие биоразлагаемых пластиков с окружающей средой.
34	Дробление изношенных резинотехнических изделий.
35	Этапы подготовки и переработки твердых отходов.
36	Переработка твердых отходов (выщелачивание, смешение, растворение, кристаллизация и др.).
37	Методы переработки твердых отходов: механические, механо-термические, термические.
38	Дробление. Сущность метода. Основные технологические показатели дробления: степень и энергоемкость.
39	Виды дробилок, используемых для дробления твердых отходов, их достоинства и недостатки.
40	Наиболее распространенные варианты схем дробления твердых отходов: одностадийная схема с открытым циклом, одностадийная схема с поперечным грохочением, смешанная схема, двухстадийная схема с открытым циклом, двухстадийная схема с предварительным и поперечным грохочением, трехстадийные схемы, схемы в замкнутом цикле.
41	Измельчение твердых отходов. Сущность метода. Агрегаты для грубого и тонкого измельчения.
42	Расчеты производительности мельниц. Классификация и сортировка твердых отходов. Грохочение, сущность метода и основные показатели.
43	Расчеты производительности грохотов, классификаторов и гидроциклонов.
44	Окускование. Сущность метода.
45	Гранулирование. Сущность метода. Типовые схемы гранулирования порошковых материалов.
46	Виды грануляторов, расчет их производительности Брикетирование, области применения.



47	Виды прессов для брикетирования дисперсных материалов.
48	Высокотемпературная агломерация.
49	Сущность метода. Агрегаты, применяемые для агломерации поверхностей.
50	Сущность метода обогащения на винтовых и струйных сепараторах и шлюзах.
51	Расчет производительности сепараторов и шлюзов.
52	Флотационное обогащение, сущность, достоинства и недостатки метода
53	Кислые гудроны и нефтяные шламы, как отходы нефтепереработки и нефтехимии.
54	Образование кислых гудронов в процессах сернокислотной очистки нефтепродуктов (масел, парафинов, керосино-газойлевых фракций и др.) и при производстве сульфонатных присадок, синтетических моющих средств, флотореагентов.
55	Состав кислых гудронов. Классификация кислых гудронов. Получение из кислых гудронов диоксида серы, высокосернистых коксов, битумов. Технологическая схема утилизации кислых гудронов.
56	Нефтяные шламы, их состав. Утилизация нефтяных шламов. Схема сжигания нефтяных шламов в печи кипящего слоя.
57	Утилизация отработанных моторных масел и дизельных топлив
58	Невулканизированные и вулканизированные и резинотканевые материалы, как отходы промышленности резиновых технических изделий. Регенерация резиновых отходов.
59	Подготовка резиновых отходов: измельчение резины в крошку, отделение резины от текстильной ткани, смешение крошки с добавками.
60	Роль мягчителей и активаторов при девулканизации резины.
61	Методы получения регенерата: паровой, водонейтральный, термомеханический.
62	Технологическая схема парового метода получения регенерата, основные достоинства и недостатки.
63	Процесс девулканизации по водонейтральному методу.
64	Технологическая схема производства регенерата термомеханическим методом.
65	Новые методы производства регенерата: метод диспергирования и радиационный метод.
66	Особенности захоронения отходов на свалках и полигонах.
67	Основные положения проектирования полигонов.
68	Санитарно-гигиенические требования, применяемые к обустройству и эксплуатации полигонов.

## **9. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

### **9.1. Паспорт фонда оценочных средств**

<b>№ п/п</b>	<b>Контролируемые разделы (темы) дисциплины</b>	<b>Код контролируемой компетенции (или ее части)</b>	<b>Наименование оценочного средства</b>
1	Модуль 1. Общие сведения в области обращения с отходами.	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Отчеты по практическим занятиям № 1-3. Отчеты по лабораторным работам №1-2.
2	Модуль 2. Способы утилизации и переработки отходов	ПК-1, ПК-2, ПК-3	Отчеты по практическим занятиям № 3-9. Отчеты по лабораторным работам № 3-8.

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

#### **9.2.1. Типовые задания по практическим занятиям**

**Практическое занятие №1. Работа с информационными системами в области обращения с отходами. Ответственность в сфере обращения с отходами. Федеральный классификационный каталог отходов и использование его при составлении паспорта опасного отхода**

**Цель работы:** получение навыков работы с информационными ресурсами в области охраны окружающей среды.

**Задачи:**

1.Получить навыки работы с информационными ресурсами области охраны окружающей среды.

2.Познакомиться с ФККО, требованиями к составлению.

**Задание:**

1.Познакомиться с работой, особенностями информационных ресурсов сайтов природоохранных органов: Росприроднадзор, Министерства лесного хозяйства и охраны окружающей среды Самарской области, с сайтом Природоохранной прокуратуры, Роспотребнадзора, Минприроды.

2. Просмотреть форматы отчетности и требования к отчетности.

3.Изучить структуру ФККО и порядок составления кода отхода.

### **Критерии оценки:**

оценка «зачтено» ставится студенту, если он представляет отчет по практическому занятию, выполненный в полном объеме согласно требованиям учебно-методического пособия, отвечает на два вопроса по содержанию темы занятия.

оценка «не зачтено» ставится студенту, если отчет по практическому занятию отсутствует.

### **Практическое занятие №2. Составление инвентаризации отходов для реального сектора экономики**

**Цель работы:** сформировать навыки в проведение и составление инвентаризации отходов области охраны окружающей среды для реального сектора экономики.

**Задачи:**

1. Составить отчет по инвентаризации.

**Задание:**

1. Выбрать объект реального сектора экономики (предприятие малого или среднего бизнеса)

Составить отчет по инвентаризации по обращению с отходами, который включает предварительный расчет образования отходов на предприятие. Содержание инвентаризации отходов накопления отходов химических и нефтехимических предприятий:

- 1 Общие сведения о предприятии (объекте).
- 2 Характеристика предприятия (объекта) как источника образования отходов.
- 3 Перечень отходов, образующихся на предприятии (объекте).
- 4 Характеристика накопления образующихся отходов.
- 5 Рекомендации.
2. В электронном виде работы представить преподавателю.

### **Критерии оценки:**

оценка «зачтено» ставится студенту, если он представляет отчет по практическому занятию, выполненный в полном объеме согласно требованиям учебно-методического пособия, отвечает на два вопроса по содержанию темы занятия.

оценка «не зачтено» ставится студенту, если отчет по практическому занятию отсутствует.

### **Практическое занятие №3. Расчет нормативов образования твердых отходов (на примерах различных отраслей промышленности)**

**Цель работы:** расчет нормативов образования твердых отходов на предприятии.

**Задание:**

Изучить методики по приведенным прикладным задачам.

Провести расчет по выбранному варианту.

Задача. Определить массу и объем осадка, образовавшегося после очистки бытовых сточных вод, который допустимо использовать в качестве удобрения для сельскохозяйственного объекта.

**Варианты исходных данных**

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Площадь участка S, га	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4
Плотность почвенного слоя, $\rho_p$ , т/м <sup>3</sup>	1,51	1,52	1,53	1,54	1,55	1,60	1,61	1,62	1,63	1,64
Мощность почвенного слоя, H, м	0,2	0,2	0,3	0,3	0,25	0,25	0,3	0,2	0,25	0,3
Фоновое содержание веществ в почве, Сф, мг/кг	0,3	300	50	60	3,0	0,3	300	50	60	3,0
Вредные вещества, содержащиеся в осадках	медь	марганец	нитраты	ванадий	цинк	медь	марганец	нитраты	ванадий	цинк
Содержание вредных веществ в осадках, Сос, г/м <sup>3</sup>	15	2000	500	700	100	15	2000	500	700	100
Плотность осадка, $\rho_{ос}$ , т/м <sup>3</sup>	1,20	1,21	1,22	1,23	1,24	1,25	1,26	1,27	1,28	1,30

Задача. Определить массу отработанных люминесцентных ламп, образовавшихся в течение года в виде отхода при их замене в производственных и административных помещениях хлебозавода.

**Варианты исходных данных**

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Количество установленных на предприятии ламп, Кл, шт.	6 000	5 000	4 000	5 000	4 000	6 000	3 000	2 500	3 500	4 500
Среднее время работы одной лампы в сутки, Чс, ч	4,1	4,2	4,3	4,5	4,7	4,8	4,9	5,0	5,2	5,4
Число рабочих суток в году, С, сут.	250	260	265	270	255	275	280	285	290	295

Задача. Определить массу отработанных индустриального, компрессорного и моторного масел в автобазе.

**Варианты исходных данных**

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

Среднее количество заливаемого индустриального масла в единицу оборудования (станков), $P_i$ , кг/ед	6 000	5 000	4 000	5 000	4 000	6 000	3 000	2 500	3 500	4 500
Количество единиц оборудования (станков), $n_1$ , шт.	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
Количество замен индустриального масла в год, $N$ , раз/год	3	4	5	6	4	4	5	6	5	4
Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Средний объем масла, заливаемого в компрессор, $V_k$ , л/год	100	120	150	200	250	300	220	240	210	200
Количество компрессоров, $n_2$ , шт	2	2	3	4	3	2	2	3	4	2
Заправочный объем моторного масла в грузовой автомобиль, $V_3$ , л	8	9	10	8	8	9	10	10	9	8
Фактический пробег грузового автомобиля в год, $L_f$ , тыс. км/год	150	160	170	180	190	195	200	155	165	175
Число грузовых автомобилей в автобазе, $n_3$ , шт.	10	12	14	16	18	20	22	24	26	30

**Задача.** Определить массу отработанных аккумуляторов и серной кислоты в автобазе.

Варианты исходных данных

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Количество кислотных ак-	10	12	14	16	18	20	22	24	26	30

кумуляторов на автобазе, пЗ, шт.										
Масса отработанных аккумуляторов, та, кг	20	22	23	24	25	20	21	22	23	22
Фактический срок службы аккумуляторов, Т, лет	1,2	1,3	1,4	1,5	1,8	2,0	2,2	1,9	2,1	2,3
Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Объем электролита в аккумуляторе, V, л	1,5	1,7	1,9	2,0	2,2	2,3	2,5	2,5	2,3	2,2
Коэффициент, учитывающий испарение электролита, К	0,7	0,6	0,65	0,75	0,8	0,75	0,65	0,6	0,7	0,8

**Задача.** Определить массу отходов резины при проведении ремонта и замены изношенных деталей и механизмов, а также покрышек и камер в автобазе.

Варианты исходных данных

Исходные данные	Варианты										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
Количество грузовых автомобилей на автобазе, пЗ, шт.	10	12	14	16	18	20	22	24	26	30	
Масса изношенных покрышек, тп, кг	30	32	33	34	35	40	41	42	43	32	
Исходные данные	Варианты										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
Фактический пробег грузового автомобиля в год, Lф, тыс. км/год	150	160	170	180	190	195	200	155	165	175	
Масса камеры грузового автомобиля, тк, кг	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	

**Задача.** Определить массу древесных отходов на деревообрабатывающем участке хлебокомбината.

Варианты исходных данных

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Объем пиломатериалов, изготовленных предприятием, Vд, м3/год	40	42	44	46	48	50	52	54	56	60
Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0

Масса опилок, используемых для уборки полов от масла, тз, т/год	1,0	1,2	1,3	1,4	1,5	2,0	1,1	1,2	1,3	1,2
---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

**Задача.** На техногенной провинции горно-обогатительного предприятия складироваться отвалы некондиционных руд и пород, содержащие растворимые соединения металлов. Определить концентрацию этих металлов в дождевых водах, инфильтрующих через отвал.

Варианты исходных данных

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Масса породы в отвале, Мотв, тыс. т	40	42	44	46	48	50	52	54	56	60
Высота отвала, Н, м	10	12	13	14	15	20	11	12	13	12
Слой паводковых осадков, выпавших на отвал за сутки, W, мм/сут.	10	15	20	12	16	14	11	13	17	19
Металл, содержащийся в породе	Cu	Zn	Fe	Ni	Pb	Cu	Zn	Fe	Ni	Pb
Исходное содержание извлекаемого металла в породе, См, %	0,2	0,3	2,0	0,2	0,3	0,2	0,3	2,0	0,2	0,3
Среднее извлечение металла из породы в отвале за период дождя, Е1, %/сут.	0,01	0,02	0,5	0,01	0,01	0,01	0,02	0,5	0,01	0,01

**Задача.** Определить предельно допустимое количество руд и пород, размещенное на 1 га (Sотв) техногенной провинции горно-обогатительного предприятия.

Варианты исходных данных

Исходные данные	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Слой паводковых осадков, выпавших на отвал за сутки, W, мм/сут.	10	15	20	12	16	14	11	13	17	19
Металл, содержащийся в породе	Cu	Zn	Fe	Ni	Pb	Cu	Zn	Fe	Ni	Pb
Исходное содержание извлекаемого металла в породе, См, %	0,2	0,3	2,0	0,2	0,3	0,2	0,3	2,0	0,2	0,3
Среднее извлечение металла из породы в отвале за период дождя, Е1, %/сут.	0,01	0,02	0,05	0,01	0,01	0,01	0,02	0,05	0,01	0,01

### **Критерии оценки:**

оценка «зачтено» ставится студенту, если он представляет отчет по практическому занятию, выполненный в полном объеме согласно требованиям учебно-методического пособия, отвечает на два вопроса по содержанию темы занятия.

оценка «не зачтено» ставится студенту, если отчет по практическому занятию отсутствует.

### **Практическое занятие №4. Дробление, измельчение, классификация и гранулирование твердых отходов. Гравитационные методы обогащения. Флотационное обогащение твердых отходов.**

Занятие проводится в форме семинара. На семинар выносятся следующие вопросы:

Дробление. Сущность метода. Основные технологические показатели дробления: степень и энергоемкость. Виды дробилок, используемых для дробления твердых отходов, их достоинства и недостатки. Наиболее распространенные варианты схем дробления твердых отходов: одностадийная схема с открытым циклом, одностадийная схема с поверочным грохочением, смешанная схема, двухстадийная схема с открытым циклом, двухстадийная схема с предварительным и поверочным грохочением, трехстадийные схемы, схемы в замкнутом цикле. Измельчение твердых отходов. Сущность метода. Агрегаты для грубого и тонкого измельчения. Расчеты производительности мельниц.

Классификация и сортировка твердых отходов. Грохочение, сущность метода и основные показатели. Расчеты производительности грохотов, классификаторов и гидроциклонов. Окускование. Сущность метода. Гранулирование. Сущность метода. Типовые схемы гранулирования порошковых материалов. Виды грануляторов, расчет их производительности Брикетирование, области применения. Виды прессов для брикетирования дисперсных материалов. Расчеты производительности штемпельного и вальцового прессов. Высокотемпературная агломерация. Сущность метода. Агрегаты, применяемые для агломерации

Задание: Выбрать один из вопросов темы семинара и с помощью научно-технической литературы подготовить сообщение.

### **Критерии оценки:**

оценка «зачтено» ставится студенту, если он представляет отчет по практическому занятию, выполненный в полном объеме согласно требованиям учебно-методического пособия, отвечает на два вопроса по содержанию темы занятия.

оценка «не зачтено» ставится студенту, если отчет по практическому занятию отсутствует.



### **Практическое занятие №5.**

#### **Переработка отходов нефтепереработки и нефтехимии.**

Занятие проводится в форме семинара. На семинар выносятся следующие вопросы:

Кислые гудроны и нефтяные шламы, как отходы нефтепереработки и нефтехимии. Образование кислых гудронов в процессах сернокислотной очистки нефтепродуктов (масел, парафинов, керосино-газойлевых фракций и др.) и при производстве сульфонатных присадок, синтетических моющих средств, флотореагентов. Состав кислых гудронов. Классификация кислых гудронов. Получение из кислых гудронов диоксида серы, высокосернистых коксов, битумов. Технологическая схема утилизации кислых гудронов. Нефтяные шламы, их состав. Утилизация нефтяных шламов. Схема сжигания нефтяных шламов в печи кипящего слоя. Утилизация отработанных моторных масел и дизельных топлив.

Задание: Выбрать один из вопросов темы семинара и с помощью научно-технической литературы подготовить сообщение.

#### **Критерии оценки:**

оценка «зачтено» ставится студенту, если он представляет отчет по практическому занятию, выполненный в полном объеме согласно требованиям учебно-методического пособия, отвечает на два вопроса по содержанию темы занятия.

оценка «не зачтено» ставится студенту, если отчет по практическому занятию отсутствует.

### **Практическое занятие №6. Переработка отходов производств материалов и изделий на основе резины.**

Занятие проводится в форме семинара. На семинар выносятся следующие вопросы:

Невулканизированные и вулканизированные и резинотканевые материалы, как отходы промышленности резиновых технических изделий. Регенерация резиновых отходов. Подготовка резиновых отходов: измельчение резины в крошку, отделение резины от текстильной ткани, смешение крошки с добавками. Роль мягчителей и активаторов при девулканизации резины. Методы получения регенерата: паровой, водонейтральный, термомеханический. Технологическая схема парового метода получения регенерата, основные достоинства и недостатки. Процесс девулканизации по водонейтральному методу. Технологическая схема производства регенерата термомеханическим методом. Новые методы производства регенерата: метод диспергирования и радиационный метод.

Задание: Выбрать один из вопросов темы семинара и с помощью научно-технической литературы подготовить сообщение.

### **Критерии оценки:**

оценка «зачтено» ставится студенту, если он представляет отчет по практическому занятию, выполненный в полном объеме согласно требованиям учебно-методического пособия, отвечает на два вопроса по содержанию темы занятия.

оценка «не зачтено» ставится студенту, если отчет по практическому занятию отсутствует.

### **Практическое занятие №7. Оценка вариантов переработки отходов**

Утилизация твердых отходов позволяет расширить номенклатуру сырьевых ресурсов и уменьшить загрязнение окружающей среды. Для выбора наиболее приемлемого способа переработки необходимо провести экономическую оценку нескольких вариантов. Интегральная экономическая оценка варианта переработки отходов должна учитывать расходы и ущерб от процесса переработки, снижение расходов и ущерб от получения и использования аналогичного природного сырья, расходы и ущерб от складирования или захоронения остатков переработки. При оценке должны учитываться и косвенные элементы изменения расходов. Так, сбор и переработка лома алюминиевых и медных сплавов, наряду с экономией природного сырья, обеспечивает улучшение качества стали.

#### **Задания:**

1. Рассчитать экологический ущерб, обусловленный выбросами твердых отходов, а также коэффициент отчуждения территории, если объем выбросов составляет 3000 т в год, объем перерабатываемых отходов 700 т (по первому варианту) и 290 т (по второму варианту), а площадь, занятая под отходами 0,76 м<sup>2</sup> и 0,52 м<sup>2</sup> соответственно. Удельный экологический ущерб от загрязнения почвы составляет 2000 и 3400 руб/усл. т; 0,5 – коэффициент экологической значимости; 4,0 – показатель относительной опасности выбросов, усл.т /т.

2. Выбрать вариант переработки металлической стружки и рассчитать экологический ущерб, наносимый окружающей среде, если размер стружки до переработки по вариантам составляет 55 и 175 мм, а после переработки на молотковой дробилке – 1,5 мм, а щековой – 25 мм. Годовой объем перерабатываемой стружки по вариантам – 250 и 1000 т, текущие затраты 5600 и 3000 руб/т. Удельный экологический ущерб от загрязнения почвы составляет 1500 руб/усл.т; коэффициент экологической значимости для данного региона – 0,5, а показатель относительной опасности стружки –4,0.

### **Критерии оценки:**

оценка «зачтено» ставится студенту, если он представляет отчет по практическому занятию, выполненный в полном объеме согласно требованиям учебно-методического пособия, отвечает на два вопроса по содержанию темы занятия.

оценка «не зачтено» ставится студенту, если отчет по практическому занятию отсутствует.

**Практическое занятие №8. Обустройство и эксплуатация полигонов. Особенности захоронения отходов на свалках и полигонах. Основные положения проектирования полигонов. Санитарно-гигиенические требования, применяемые к обустройству и эксплуатации полигонов. Расчет площади и вместимости полигонов ТКО.**

Цель: формирование навыков по организации и мониторингу полигонов.

**Задания:**

1. Рассчитать вместимость полигона, функционирующего на протяжении 15 лет, если численность населения, обслуживаемого полигоном составляет 125 тыс. чел., при норме накопления 275 кг/год на человека, если нормы накопления ТКО изменяются в среднем на 3% в год.

2. Рассчитать количество отходов, образующихся в городе N, и вместимость полигона этого города, в котором проживает 500 тыс. чел. В городе функционирует 4 рынка, 2 театра, 6 кинотеатров, 30 детских садов, 50 школ.

3. Расчетный срок эксплуатации полигона  $T = 20$  лет. Годовая удельная норма накопления ТКО с учетом жилых зданий и непромышленных объектов на год проектирования  $Y_1 = 1,1 \text{ м}^3/\text{чел} \times \text{год}$ . Количество обслуживаемого населения на год проектирования  $N_1 = 250$  тыс. чел., прогнозируется через 20 лет с учетом близко расположенных населенных пунктов  $N_2 = 350$  тыс. чел. Высота складирования ТКО, предварительно согласованная с архитектурно-планировочным управлением,  $H_p = 40$  м.

**Критерии оценки:**

оценка «зачтено» ставится студенту, если он представляет отчет по практическому занятию, выполненный в полном объеме согласно требованиям учебно-методического пособия, отвечает на два вопроса по содержанию темы занятия.

оценка «не зачтено» ставится студенту, если отчет по практическому занятию отсутствует.

**Практическое занятие №9. Расчет загрязняющих веществ, выделяющихся с биогазом на полигонах ТКО.**

Цель работы – овладение методикой расчета количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твердых коммунальных отходов.

Задачи работы – рассчитать максимально разовые и валовые выбросы загрязняющих веществ, выделяющихся в атмосферу с биогазом, возникающим в результате разложения твердых бытовых и промышленных отходов на полигонах.

### **Задания:**

1. Рассчитать максимально разовые и валовые выбросы загрязняющих веществ, выделяющихся с биогазом, если полигон ТКО функционирует более 30 лет, ежегодно на него завозится 20 тыс. т отходов. Продолжительность теплового периода составляет 365 дней, а средняя температура воздуха в районе полигона – 14,11°C.  $R = 68\%$ ,  $Ж = 4\%$ ,  $У = 86\%$ ,  $Б = 18\%$ ,  $W = 52\%$ . Содержание компонентов биогаза (Свес.і, %) следующее: метан – 48, толуол – 0,516; аммиак – 0,455; ксилол – 0,385; СО – 0,341; NO<sub>2</sub> – 0,111; формальдегид – 0,104; этилбензол – 0,1; ангидрид сернистый – 0,09; сероводород – 0,035.

2. Рассчитать удельный выход биогаза и период его активного выделения, если  $T_{\text{тепл}} = 250$  дней,  $t_{\text{ср.тепл.}} = 12,4^\circ\text{C}$ ,  $R = 42\%$ ,  $Ж = 1,5\%$ ,  $У = 82\%$ ,  $Б = 15\%$ ,  $W = 45\%$ .

3. Рассчитать удельные массы компонентов биогаза, выбрасываемые за год, если  $T_{\text{тепл}} = 265$  дней,  $t_{\text{ср.тепл.}} = 18^\circ\text{C}$ ,  $R = 68\%$ ,  $Ж = 1,1\%$ ,  $У = 86\%$ ,  $Б = 12\%$ ,  $W = 70\%$ .

4. Составить многовариантную задачу (на 5 вариантов) и решить ее.

### **Критерии оценки:**

оценка «зачтено» ставится студенту, если он представляет отчет по практическому занятию, выполненный в полном объеме согласно требованиям учебно-методического пособия, отвечает на два вопроса по содержанию темы занятия.

оценка «не зачтено» ставится студенту, если отчет по практическому занятию отсутствует.

## **9.2.2. Типовые задания по лабораторным работам**

**Лабораторная работа №1. Расчет класса опасности отходов с использованием программы Интеграл.**

**Цель работы:** формирование навыков расчета класса опасности отхода с использованием программного продукта.

**Задание:** провести расчет класса опасности отходов с использованием программы Интеграл «Расчет класса опасности отхода». Вид отхода выбирается самостоятельно (или по распределению преподавателя) из ФККО.

### **Критерии оценки:**

оценка «зачтено» ставится студенту, если он представляет отчет по лабораторной работе, выполненный в полном объеме согласно требованиям учебно-методического пособия, отвечает на два вопроса по содержанию темы занятия.

оценка «не зачтено» ставится студенту, если лабораторная работа не выполнялась студентом, отчет отсутствует.

## **Лабораторная работа № 2 Определение класса опасности отходов методом биотестирования.**

Цель: формирование навыков определения класса опасности при использовании методики биотестирования.

Задание:

1. Определить токсичность компонентов отхода методом биотестирования согласно ПНД Ф 14.1:2:3:4.10-04. Определение токсичности отходов производится по действию на тест-организмы водных экстрактов, полученных после смешивания подготовленных отходов с дистиллированной водой в соотношении 1:10, механического встряхивания или перемешивания, отстаивания и фильтрации. Методика основана на определении смертности и изменений в плодовитости цериодафний (*Ceriodaphnia affinis*, *Cladocera*, *Crustacea*) при воздействии токсических веществ, присутствующих в исследуемой водной среде, по сравнению с контрольной культурой в пробах, не содержащих токсических веществ (контроль).

### **Критерии оценки:**

оценка «зачтено» ставится студенту, если он представляет отчет по лабораторной работе, выполненный в полном объеме согласно требованиям учебно-методического пособия, отвечает на два вопроса по содержанию темы занятия.

оценка «не зачтено» ставится студенту, если лабораторная работа не выполнялась студентом, отчет отсутствует.

## **Лабораторная работа №3. Получение хвойного экстракта из древесной зелени сосны и определение его физико-химических характеристик.**

**Цель работы:** овладение технологией утилизации древесной зелени сосны с получением хвойного экстракта и методами исследования его физико-химических свойств

**Задание:**

- 1) провести теоретический анализ в области технологии утилизации древесной зелени сосны;
- 2) провести сбор установки для получения хвойного экстракта;
- 3) провести измельчение древесной зелени сосны или ели;
- 4) определение ее влажности;
- 5) экстракция биологически активных веществ из древесной зелени сосны (ели);
- 6) представить анализ физико-химических свойств полученного экстракта и его использования в промышленности.

## Критерии оценки:

оценка «зачтено» ставится студенту, если он представляет отчет по лабораторной работе, выполненный в полном объеме согласно требованиям учебно-методического пособия, отвечает на два вопроса по содержанию темы занятия.

оценка «не зачтено» ставится студенту, если лабораторная работа не выполнялась студентом, отчет отсутствует.

### **Лабораторная работа №4. Получение гидролизного лигнина из отходов растительного сырья и изучение сорбционных свойств различных лигнинов.**

В качестве гидролизного сырья широко используются различные виды отходов лесопиления и деревообработки, дрова, отходы переработки сельскохозяйственных культур и некоторые дикорастущие растения. При заготовке древесины образуется около 15-25% лесосечных отходов в виде веток, вершин, пней, коры и т.п. Около 10-12% мягких отходов (опилки) и 20% твердых отходов (горбыль, обрезки) образуется при разделке древесины на пиломатериалы, что составляет на крупных лесопромышленных комплексах 400-500 тыс. пл. м<sup>3</sup> в год. Значительные запасы сырья (10-30 тыс. т щепы в год) образуется на лесохимических заводах, вырабатывающих дубильный экстракт (сырье – одубина) и экстракционную канифоль (сырье – осмольная щепка после экстракции).

Сырье для гидролиза должно иметь определенный гранулометрический состав (например, размер щепы по длине волокна 5-35 мм, а по толщине 5 мм), содержать коры не более 12%, гнили не более 6%, минеральных примесей не более 1%. Опилки, стружка, одубина, щепка после экстракции пригодны для гидролиза без какой-либо дополнительной обработки. Критерием для использования тех или иных отходов является их стоимость, объем концентрации в районе расположения гидролизного завода и технологические свойства. Наиболее дешевым видом сырья являются древесные опилки и подсолнечная лузга. Растительное сырье, используемое на гидролизных заводах, должно содержать в необходимых количествах определенные полисахариды.

Химизм процесса гидролиза заключается в превращении полисахаридов растительного сырья в моносахариды. Гидролиз полисахаридов протекает под действием воды в присутствии крепкой минеральной кислоты в качестве катализатора. Роль катализатора выполняют ионы гидроксония  $H_3O^+$ , образующиеся при взаимодействии протона кислоты  $H^+$  с водой. Ионы гидроксония быстро протонируют кислород гликозидной связи между звеньями полисахаридов, которая ослабевает и рвется с образованием иона карбония. Ион карбония реагирует с водой с образованием гидроксильной группы и высвобождая катализатор (протон  $H^+$ ). Реакции полного гидролиза полисахаридов древесины могут быть выражены уравнениями:  $(C_6H_{10}O_5)_n + (n - 1) H_2O \rightarrow n C_6H_{12}O_6$  целлюлоза, глюкоза и гексозаны другие гексозы  $(C_5H_8O_4)_n + (n - 1) H_2O \rightarrow n C_5H_{10}O_5$  пентозаны пентозы. В практике гидролизного произ-

водства наибольшее применение получил метод перколяционного гидролиза, предложенный Шоллером в 1926 году. Гидролиз проводится разбавленной серной кислотой концентрации 0,2-1% при температуре 180-190°C и давлении 1-1,5 МПа без регенерации кислоты. Характерной особенностью метода является периодичность загрузки сырья и непрерывность перколяции кислоты, заключающейся в том, что разбавленная свежая кислота концентрации 0,5% при температуре 180-190°C непрерывно фильтруется через слой измельченного растительного сырья и образовавшиеся в результате гидролиза сахара и другие продукты переходят в раствор и вместе с ним непрерывно удаляются из реакционного пространства. Удаляемый раствор кислоты, содержащий сахара и другие продукты распада растительного сырья, называют гидролизатом. Упрощенная технологическая схема получения гидролизата показана. Гидролиз растительного сырья проводят в стационарных гидролизаппаратах, работающих под давлением. В промышленности применяют гидролизаппараты вместимостью от 18 до 160 м<sup>3</sup>, изготавливаемые из кислотоупорной стали. Гидролизаппарат представляет собой вертикальный цилиндрический стальной сосуд сварной конструкции со сферической верхней и конической нижней частями. Сферическая часть заканчивается загрузочной горловиной, закрываемой крышкой. Нижний конус оснащен выхлопным устройством для удаления лигнина после окончания процесса варки сырья. В верхней части аппарата имеются штуцера для подачи варочной кислоты, сдувки паров воздуха и газов. В нижнем конусе гидролизаппарата устанавливают фильтрующие устройства для отделения гидролизата от лигнина.

#### Экспериментальная часть.

1. Оборудование: Установка, состоящая из круглодонной колбы на 250 мл, обратного холодильника, термометра на 100°C, колбонагревателя, штатива с мешалкой, обеспечивающей скорость выщелачивания 100-150 об/мин.

2. Методика эксперимента. 50 г опилок помещают в круглодонную колбу, затем добавляют 200 мл 1%-ного раствора серной кислоты, смесь нагревают до температуры 180-190°C. Продолжительность процесса 1-1,5 ч в зависимости от числа оборотов мешалки. В этих условиях начинается процесс гидролиза и значительная часть гемицеллюлоз успевает перейти в раствор. Полученный гидролизат фильтруется через стеклянный фильтр. Количество отбираемого гидролизата за варку характеризуется гидромодулем выдачи гидролизата, под которым понимают отношение объема отобранного гидролизата к массе загруженного абсолютно сухого сырья (м<sup>3</sup>/т). Лигнин на фильтре промывают горячей водой, отжимают и сушат.

Доброкачественность гидролизатов достигается проведением гидролиза в 2 ступени. Первая ступень (облагораживание) проводится с перколяционной промывкой растительного сырья горячей водой (100°C) с целью удаления дубильных веществ, пектинов, жиров, смол, растворимого лигнина и других веществ. На этой ступени растворяется около 10% исходного сырья. После облагораживания сырье освобождается от избытка воды, и начинается пентозный гидролиз с помощью 3%-ной серной кислотой при 110-130°C в

течение 3 ч. Концентрация пентозных сахаров в гидролизате достигает 6%, его доброкачественность 65-68%.

### **Изучение сорбционных свойств гидролизного лигнина.**

#### **Экспериментальная часть.**

**1. Оборудование и материалы:** Делительная воронка на 100 мл, штатив, прибор КФК-

3. Водный раствор мурексида или малахитового зеленого.

#### **2. Методика эксперимента:**

В делительную воронку на 100 мл загружается 60 г сухого гидролизного лигнина, через который пропускают 200-300 мл дистиллированной воды (до бесцветной окраски).

Готовят 200 мл раствора мурексида или малахитового зеленого и измеряют его оптическую плотность на приборе КФК-3 (при длине волны соответственно 540 или 590 нм в кюветах на 10 мм), которая должна находиться в пределах 0,9-1. Затем 30 мл мурексида или малахитового зеленого пропускают через гидролизный лигнин и через каждые 10 мин берут аликвоту, измеряют ее объем, pH и измеряют оптическую плотность данного раствора. После прохождения всего объема мурексида, пропускают 30-60 мл дистиллированной воды для десорбции мурексида (также с интервалом в 10 мин) и измеряют объем, pH и оптическую плотность проб. Для выяснения динамической обменной емкости (ДОЕ) лигнина аналогичный эксперимент проводят с объемом мурексида 40 мл, 50 мл и 60 мл.

На основании величин оптической плотности мурексида необходимо построить обменные кривые ( $D/D_0 - V$ ) и рассчитать ширину фронта сорбции мурексида используя формулы:

$X$

$$\delta x = \delta V \text{ ----}$$

$V$

где  $\delta x$  - ширина фронта сорбции, см;

$\delta V$  – ширина экспериментальной выходной кривой, см;

$x / V$  – скорость перемещения фронта сорбции, см/мл

Рассчитать сорбционную емкость мурексида на единицу массы сорбента, мл/г.

#### **Критерии оценки:**

оценка «зачтено» ставится студенту, если он представляет отчет по лабораторной работе, выполненный в полном объеме согласно требованиям учебно-методического пособия, отвечает на два вопроса по содержанию темы занятия.

оценка «не зачтено» ставится студенту, если лабораторная работа не выполнялась студентом, отчет отсутствует.



**Лабораторная работа №5. Получение биопрепаратов из хвои сосны.  
Химический анализ древесной зелени и хвои сосны.**

**Цель работы:** овладение технологией утилизации древесной зелени сосны с получением биопрепарата – стимулятора роста растений.

**Задание:**

- 1) знакомство с составом древесной зелени сосны (ели);
- 2) определение количества хвои в древесной зелени;
- 3) определение содержания влаги и летучих веществ в древесной зелени и хвое сосны (ели);
- 4) определение содержания водорастворимых веществ в древесной зелени и хвое сосны (ели);
- 5) определение содержания сырой золы в древесной зелени и хвое сосны (ели);
- 6) экстракция биологически активных веществ из древесной зелени и хвои сосны (ели);
- 6) расчет выхода конечного продукта – биопрепарата.

**Оборудование и реактивы:**

- сушильный шкаф;
- электрическая плитка с асбестовой сеткой;
- муфельная печь;
- весы;
- кристаллизатор;
- эксикатор;
- коническая колба 250 мл;
- воронка Бюхнера;
- бюкс;
- тигель;
- бумажные фильтры;
- мерный цилиндр на 100 мл;
- концентрированная азотная кислота;
- дистиллированная вода.

**1. Определение количества хвои в древесной зелени.**

**Проведение испытания.** Хвойную лапку веток двух- и трехлетнего возраста измельчают на отрезки длиной 5-8 см. Навеску измельченной древесной зелени массой 20 г, взвешенную с точностью до 0,2 г, помещают в кристаллизатор, и высушивают в сушильном шкафу при температуре 105°C в течение 2-3 ч при периодическом перемешивании. После 3 часов сушки и остывания в древесной зелени отделяют хвою от побегов и взвешивают. (К побегам относят все примеси древесного происхождения).

**Обработка результатов.** Процентное содержание хвои определяют по формуле:

$$X = \frac{M1}{M1 + M2} \cdot 100,$$

где M1 – масса высушенной хвои, г;

M2 – масса высушенных побегов, г.

Содержание побегов (П) в процентах в древесной зелени определяют по формуле:

$$П = 100 - X$$

За окончательный результат испытаний принимают среднее арифметическое трех параллельных определений. Допускаемые расхождения между параллельными определениями не должны превышать 2%.

## **2. Определение содержания влаги и летучих веществ.**

**Проведение испытания.** В бюкс помещают навеску хвои, измельченную до крупности 0,2-0,5 мм, массой 2 г, взвешенную с точностью до 0,001 г.

Бюкс помещают в сушильный шкаф с температурой 100-105°C на 3 часа, но через каждые 0,5 часа после охлаждения бюкса в эксикаторе, навеску взвешивают и анализируют убыль массы хвои. Постоянную массу считают достигнутой, если разница между двумя последующими взвешиваниями не будет превышать 0,005 г.

**Обработка результатов.** Содержание влаги в % вычисляют по формуле:

$$X = \frac{M_0 - M_1}{M_2} \cdot 100,$$

где M<sub>0</sub> – масса бюкса с навеской до высушивания, г;

M<sub>1</sub> – масса бюкса с навеской после высушивания, г;

M<sub>2</sub> – масса исходной навески, г.

За конечный результат принимается среднее арифметическое двух параллельных определений. Расхождение между двумя параллельными определениями не должно превышать 0,25%.

## **3. Определение содержания водорастворимых веществ.**

Метод основан на определении разности масс навески образца до и после экстракции ее водой при температуре кипения.

**Проведение испытания.** Навеску измельченного сырья массой 3 г (с точностью до 0,0002 г) помещают в коническую колбу, приливают 100 мл дистиллированной воды и экстрагируют при слабом кипении в течение 2,5-3,0 ч, считая от начала кипения жидкости. Затем содержимое колбы в горячем состоянии фильтруют через бумажный фильтр, помещенный в воронку Бюхнера. Бумажный фильтр должен быть высушен в сушильном шкафу при 160°C в течение 10 мин и взвешен. Колбу промывают 3-4 раза водой и весь осадок количественно переносят на фильтр, не допуская потерь. Фильтр с остатком переносят во взвешенный бюкс и сушат в сушильном шкафу при температуре 160°C в течение 15 мин. Высушенный бюкс с остатком после водной экстракции охлаждают в эксикаторе и взвешивают.

**Обработка результатов.** Содержание водорастворимых веществ в процентах вычисляют по формуле:

$$X = \frac{M_1 - M_2}{M_3} \cdot 100,$$

где M1 – масса бюкса с остатком и фильтром, г;

M2 – масса бюкса с фильтром, г;

M3 – масса навески абсолютно сухого сырья, г.

За окончательный результат испытания принимают среднее арифметическое двух параллельных определений. Допускаемые расхождения между результатами параллельных определений не должны превышать  $\pm 0,2$  абс. %.

#### **4. Определение содержания сырой золы**

Под сырой золой понимают остаток минеральных веществ, полученных после сжигания исследуемого продукта.

**Проведение испытания.** Навеску хвои массой 2-3 г (с точностью до 0,0002 г) помещают в заранее прокаленный и доведенный до постоянной массы тигель и сжигают в муфельной печи при температуре 600-700°C в течение 3 ч до превращения содержимого тигля в рыхлую массу. В охлажденный тигель приливают 1 мл концентрированной азотной кислоты и раствор выпаривают при слабом нагревании на плитке с асбестовой сеткой (под тягой), затем тигель помещают в муфельную печь и нагревают до красного каления. Озоление проводят до исчезновения углистых частиц. Тиглю дают остыть, а затем помещают для охлаждения до комнатной температуры в эксикатор и взвешивают. Повторным прокаливанием (по 30 мин каждое) доводят тигель до постоянной массы.

**Обработка результатов.** Содержание сырой золы в процентах вычисляют по формуле:

$$X = \frac{M1 - M2}{M3} \cdot 100,$$

где M1 – масса тигля с сырьем до сжигания, г;

M2 – масса тигля с золой после сжигания, г;

M3 – масса абсолютно сухой навески, г.

#### **Получение биопрепарата – стимулятора растений**

##### **Экспериментальная часть**

##### **Оборудование и реактивы:**

- штатив с мешалкой, обеспечивающей скорость выщелачивания 100-150 об/мин;
- весы;
- колбонагреватель;
- круглодонная колба на 250-300 мл;
- обратный холодильник;
- термометр на 100°C;
- 2%-ный раствор гидроксида натрия;
- фильтр «синей ленты».

В отсутствие установки эксперимент можно проводить в конической колбе на электрической плитке при периодическом перемешивании стеклянной палочкой.

**Методика эксперимента.** 50 г хвои сосны измельчают до крупности 0,5-1,0 мм и помещают в круглодонную (при нагревании в колбонагревателе)

или коническую (при нагревании на плитке) колбу емкостью 250-300 мл, затем добавляют 200-250 мл 2%-ного раствора гидроксида натрия и нагревают до температуры 45°C. Продолжительность экстракции 1-2 ч. Полученный экстракт, содержащий около 4-5% экстрактивных веществ, фильтруется через фильтр «синей ленты», освобождается от твердого остатка, и упаривается до 50%-ного содержания сухого вещества.

Жидкая фаза, содержащая витамины, простые фенольные соединения, дубильные вещества, углеводы, азотсодержащие вещества, карбоновые кислоты представляет собой **биопрепарат, стимулирующий рост растений**.

**Обработка результатов.** Выход полученного продукта можно подсчитать по формуле:

$$X = \frac{M1 - M2}{M3} \cdot 100,$$

где M1 – масса остатка на фильтре, г;

M2 – масса фильтра, г;

M3 – масса навески абсолютно сухого сырья, г.

#### **Контрольные вопросы**

- 1) Использование отходов – коры, хвои, побегов сосны, ели при заготовке деловой древесины.
- 2) Механический состав древесной зелени хвойных пород.
- 3) Состав экстрактивных веществ древесной зелени хвойных пород.
- 4) Предварительные исследования древесной зелени хвойных пород для получения биопрепаратов.
- 5) Обработка результатов предварительных исследований качества древесной зелени сосны, ели.
- 6) Методика получения биологически-активного экстракта из хвои сосны, ели;
- 7) Расчет выхода конечного продукта – биопрепарата.

#### **Критерии оценки:**

оценка «зачтено» ставится студенту, если он представляет отчет по лабораторной работе, выполненный в полном объеме согласно требованиям учебно-методического пособия, отвечает на два вопроса по содержанию темы занятия.

оценка «не зачтено» ставится студенту, если лабораторная работа не выполнялась студентом, отчет отсутствует.

**Лабораторная работа №6. Получение легкоплавких стекол из отходов переработки кварцевого сырья.**

**Цель работы:** получение 10-15 г легкоплавкого цветного стекла из отходов переработки кварцевого сырья.

**Описание экспериментальной части работы:**

Для приготовления прозрачных и легкоплавких стекол – борсвинцовосиликатных- можно рекомендовать следующие смеси (табл. 1):

Таблица 1

№ п/п	Состав %			Температура плавления, С
	Pb	B <sub>2</sub> Q <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	
1	84,5	11,0	4,5	484
2	86,0	10,6	3,4	486
3	87,5	11,4	1,1	488
4	75,0	15,0	10,0	540

Расчет ведут на 30-35 (10-15 г) шихты. Предварительно оксиды растирают в ступке, так чтобы размер частичек был не более 0,1 мм. Оксиды взвешивают на весах с точностью до 0,01г и тщательно перемешивают в ступке. Затем 8-10 г смеси всыпают в тигель и помещают его в нагретую печь.

Полученная стекломасса должна быть совершенно однородной. Для этого ее выдерживают в расплавленном состоянии в течение 10-15 минут.

После окончания варки тигель вынимают из печи и стекло выливают на чистую железную пластинку.

На основе вышеперечисленных прозрачных стекол можно приготовить окрашенные стекла. Для этого к приготовленной шихте, дающей прозрачные стекла, нужно добавить оксид, сообщающий стеклу соответствующую окраску (табл. 3)

Таблица 3

№ п/п	Краситель	Количество оксида, %	Окраска
1	Оксид железа (II)	0,2-0,3	Сине-зеленая
2	Оксид железа (III)	0,3-0,5	Желто-зеленая
3	Оксид кобальта (II)	0,003-0,1	Синяя
4	Оксид никеля (II)	0,1-0,2	Сине-зеленая
5	Оксид меди	0,1-0,2	Голубая до сине
6	Оксид хрома	0,05-0,1	Зеленая
7	Оксид марганца	0,01-0,05	Дымчато-красная
8	Серебро (в виде нитрата)	0,1-0,3	Желтая
9	Сера	1-2	Черная
10	Диоксид олова	5-6	Молочное стекло
11	Тальк	5-6	Молочное стекло

Интенсивность окраски зависит от количества добавленного оксида.

### Порядок выполнения работы

1. Ознакомиться с методикой получения легкоплавких стекол из отходов переработки кварцевого сырья.
2. Выполнить лабораторную работу согласно методическим указаниям
3. Обсудить результаты. Сделать выводы.
4. Составить отчет

## **Контрольные вопросы и задания**

1. Что оказывает наибольшее влияние на скорость протекающих химических реакций в твердой фазе?
2. Что такое стеклообразователи?
3. Какие оксиды относятся к стекообразователям?
4. Что необходимо сделать, чтобы получить окрашенное стекло?
5. От чего зависит интенсивность окраски?

### **Критерии оценки:**

оценка «зачтено» ставится студенту, если он представляет отчет по лабораторной работе, выполненный в полном объеме согласно требованиям учебно-методического пособия, отвечает на два вопроса по содержанию темы занятия.

оценка «не зачтено» ставится студенту, если лабораторная работа не выполнялась студентом, отчет отсутствует.

## **Лабораторная работа №7. Определение морфологического состава твердых бытовых отходов аналитическим и гравиметрическим методом.**

**Цель работы:** Определение морфологического состава ТКО гравиметрическим методом

Метод измерения

Метод измерения - гравиметрический.

Взвешивают каждую составную часть твердого бытового отхода и определяют его процентное отношение к общей массе отхода.

При выполнении измерений в лаборатории должны быть соблюдены следующие условия:

Атмосферное давление, кПа 84 - 106

Температура воздуха, °С 20 +/- 5

Относительная влажность воздуха, % не более 80

Лабораторный анализ

ОТКОр проб

Первичная объединенная проба образуется из нескольких точечных проб, отобранных в одно и то же время из одного источника образования или накопления отходов (контейнера, бункера, хвостохранилища, ковша, шламонакопителя, свалки, карьера и других). Для получения пробы, доставляемой на анализ в лабораторию, первичную пробу усредняют, перемешивая ее лопатами, выкладывают на предварительно подготовленную чистую и сухую поверхность и отбирают 5 единичных проб по схеме конверта. Из 5 единичных проб при их смешивании получают усредненную пробу массой не более 2,0 кг, которую отправляют на анализ. ОТКОр пробы отходов документально оформляется в виде акта. В акте регистрируются: дата ОТКОра пробы, наименование производителя отхода, наименование отхода, количество пробных площадок (емкостей), масса объединенной пробы, Ф.И.О. и

должность лица, проводившего пробоотКОр, Ф.И.О. и должность лица, в чьем присутствии производился оТКОр пробы. Выполнение измерений Пробы твердых бытовых отходов, доставленную в лабораторию, взвешивают для определения общей массы. Пробу разбирают щипцами в предварительно подготовленные емкости по составу (бумага, картон, текстиль, стекло, пластмасса, пищевые отходы, камни, кости, резина, кожа, древесина, металлический лом цветной и черный, уличный смет и прочие, не поддающиеся классификации).

Отдельные составляющие компоненты взвешивают, определяя их процентное соотношение к общей массе отхода, взятого на анализ. Обработка результатов измерений Содержание каждой составной части отхода X, %, определяют в весовых процентах по отношению к общему весу отхода по формуле:

$m_{\text{сост.}}$

$$X = \frac{m_{\text{сост.}}}{M} \cdot 100\%,$$

M

где:  $m_{\text{сост.}}$  - масса составной части отхода, г;

m - общая масса отхода, г.

Обсуждение результатов работы и выводы. Полученные результаты записывают в таблицу 2 (перечень компонентов ТКО формируется по видам отходов в пробе). Таблица 2 Морфологический состав пробы ТКО Компоненты Содержание, % масс. Бумага, картон

Пищевые и растительные отходы

Черные металлы

Цветные металлы

Текстиль

Стекло

Пластмассы

Кожа, резина

Древесина

Камни, керамика

Кости

Отсев – 15 мм

Прочее

По результатам гравиметрического анализа делают выводы о морфологическом составе и наибольшем количестве образования соответствующего отхода в исследуемой пробе.

Контрольные вопросы

1. Что из себя представляют твердые бытовые отходы?
2. Где образуются ТКО?
3. Каковы объемы образования ТКО в России и как они будут увеличиваться в ближайшее время?
4. Какие меры необходимо принять для минимизации воздействия ТКО на окружающую среду?

5. Какие объемы ТКО попадают в России и странах СНГ на полигоны?
6. Что такое норма накопления ТКО?
7. Что входит в норму накопления ТКО?
8. Какие факторы влияют на норму накопления ТКО?
9. Каков морфологический состав традиционных ТКО?
10. Какой метод используют для определения морфологического состава ТКО?

### **Критерии оценки:**

оценка «зачтено» ставится студенту, если он представляет отчет по лабораторной работе, выполненный в полном объеме согласно требованиям учебно-методического пособия, отвечает на два вопроса по содержанию темы занятия.

оценка «не зачтено» ставится студенту, если лабораторная работа не выполнялась студентом, отчет отсутствует.

### **Лабораторная работа № 8. Кондиционирование осадков промышленных сточных вод. Обработка осадков органическими флокулянтами.**

Цель работы - изучить влияние органического флокулянта на скорость осаждения труднорастворимого осадка.

Экспериментальная часть

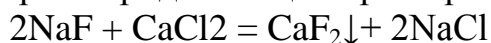
Оборудование и реактивы

- жидкие отходы производства с содержанием NaF - 4 г/дм<sup>3</sup>
- раствор хлорида кальция - 10%
- раствор полиакриламида - 1%
- градуированные пробирки для измерения скорости осаждения
- химический стакан объемом 300 мл
- мерный цилиндр на 100 мл
- пипетка на 1 мл

Порядок выполнения работы

1. *Обезвреживание фторсодержащих сточных вод осаждением фторида кальция.*

Рассчитать объем 10% раствора хлорида кальция (с трехкратным стехиометрическим избытком), необходимого для осаждения ионов фтора из 500 мл сточной воды с содержанием 4 г/л NaF. Отмерить цилиндром 500 мл сточной воды и поместить в стакан для осаждения. Поставить стакан с раствором на магнитную мешалку и медленно приливать расчетное количество раствора хлорида кальция при перемешивании.



X 2,64г

84

2·111 = = CaCl<sub>2</sub>: 10 г – 100 мл

2,64 г – X мл



2. *Исследование влияния количества органического флокулянта (ПАА) на скорость осаждения фторида кальция.* В первую градуированную пробирку залить до верхней метки тщательно взмученную пульпу фторида кальция. В 5 химических стаканов на 300 мл добавить последовательно 0.25; 0.5; 0.75; 1.0 и 1.5 мл 1% раствора ПАА. В каждый стакан добавить по 100 мл хорошо перемешанной суспензии фторида кальция.

Полученной пульпой заполнить соответствующие градуированные пробирки точно до деления 30 см, заткнуть пришлифованными пробками и поместить их в штатив. Быстро перевернуть каждую пробирку 2 - 3 раза, включить секундомер и поставить их в штатив.

Через 5, 10, 20, 30, 40 мин отметить высоту осветленной жидкости в каждой пробирке и занести результаты в таблицу 1.

Таблица 1

Зависимость скорости осаждения  $\text{CaF}_2$  от количества ПАА

Время

осаждения,

мин

Объем 1% раствора ПАА, мл

0 0,25 0,50 0,75 1,0 1,5

5 5,3 17,4 23,5 25,7 24,2 27,5

10 8,7 21,0 24,2 26,0 24,7 28,0

20 15,6 22,4 24,8 26,5 25,2 28,2

30 18,2 23,7 25,3 27,0 25,9 28,5

40 21,1 24,3 25,9 27,4 26,5 28,9

84 111

2 X

$X=26,4 \text{ мл} \Rightarrow \text{CaCl}_2=79,2 \text{ мл}$

Обработка результатов измерений

Для каждой концентрации флокулянта рассчитать массовую долю ПАА (масс %) относительно массы сухого осадка  $\text{CaF}_2$ . Для этого необходимо вычислить массу фторида кальция из стехиометрического уравнения, предполагая 100% полноту осаждения. Построить график зависимости скорости осаждения от количества флокулянта (масс %). Для этого по вертикальной оси отложить высоту осветленного слоя для одного и того же промежутка времени, например, для 20 мин. Сделать вывод о влиянии флокулянта на скорость осаждения, свойства осадка и механизм осаждения.

Контрольные вопросы

1. Методы кондиционирования осадков сточных вод перед обезвоживанием.

2. Механизм действия неорганических коагулянтов и органических флокулянтов на осадки.

3. Наиболее распространенные коагулянты и флокулянты, их состав, свойства, применяемые дозы.

4. Технологические схемы обезвоживания, включающие обработку осадков коагулянтами и флокулянтами.

5. Рассчитать концентрацию (моль/л, г/л) ионов фтора в насыщенном растворе фторида кальция  $IP(CaF_2) = 4 \cdot 10^{-11}$ .

### **Критерии оценки:**

оценка «зачтено» ставится студенту, если он представляет отчет по лабораторной работе, выполненный в полном объеме согласно требованиям учебно-методического пособия, отвечает на два вопроса по содержанию темы занятия.

оценка «не зачтено» ставится студенту, если лабораторная работа не выполнялась студентом, отчет отсутствует.

## **10. Образовательные технологии и методические указания по освоению дисциплины (учебного курса)**

При реализации учебного курса дисциплины используются следующие технологии традиционного обучения, включающая лекции, лабораторные работы и практические занятия, которые предполагают последовательное изложение материала преподавателем. Лекция с элементами дискуссии, с использованием технологий развития критического мышления. Практическое занятие с решением задач, обсуждение результатов деятельности, проводится обсуждение результатов деятельности.

### **Методические указания студентам**

#### ***Учебные вопросы:***

- нормативно-правовая база в области охраны окружающей среды;
- особенности природно-ресурсного законодательства в РФ;
- законодательная и нормативно-правовая база производственного экологического контроля;
- организация производственного контроля в области обращения с отходами;
- экономические аспекты природопользования;
- нормативно-правовая база для получения положительного заключения экологической экспертизы.

#### ***Изучив данную тему, студент должен:***

##### **иметь представление о**

- законодательной и нормативно-правовой базе в области охраны окружающей среды;

##### **знать:**

- нормативно-правовую базу в области производственного экологического контроля и проведение экологической экспертизы объекта;
- требования к проведению государственного, общественного и производственного контроля;

***уметь:***

- использовать законодательную и нормативно-правовую базу для проведения государственного, общественного и производственного экологического контроля;
- осуществлять производственный экологический контроль на предприятии;
- проводить экологическую экспертизу объектов;

***владеть навыками***

- организации и проведения экологического контроля в области охраны окружающей среды.

***При освоении темы необходимо:***

- изучить учебный материал по основам технологических процессов переработки промышленных отходов;
- акцентировать внимание на процессах, используемых при переработки отходов, термических способах переработки отходов и захоронению отходов;
- выполнить задание по расчету полигонов и составлению технологических процессов переработки промышленных отходов;
- ответить на контрольные вопросы:
  1. Измельчение и разделение отходов по крупности.
  2. Физические методы сепарации отходов.
  3. Агрегирование отходов.
  4. Гидродинамические, используемые при переработке отходов.
  5. Теплообменные и диффузионные процессы, используемые при переработке отходов.
  6. Диффузионные процессы, используемые при переработке отходов.
  7. Химические процессы переработки отходов.
  8. Биохимические процессы.
  9. Беспламенные термические способы утилизации отходов.
  10. Плазменный способ утилизации отходов.
  11. Сжигание отходов.
  12. Промышленные установки для сжигания отходов.
  13. Полигоны для захоронения отходов.
  14. Использование биогаза из захоронения отходов.
  15. Захоронение отходов в море.

**Методические рекомендации к выполнению самостоятельной работы:**

1. Изучение теоретического материала по изучаемой теме, изложенного в учебно-методическом пособии.
2. Вопросы для самостоятельной работы студентов
  - 2.1. История возникновения отходов и характеристика современной экологической обстановки.
  - 2.2. Классификация отходов и их состав.

- 2.3. Свойства и накопление отходов.
- 2.4. Зарубежный опыт рационального использования вторичных материальных ресурсов.
- 2.5. Возможности и пределы утилизации отходов.
- 2.6. Транспортировка промышленных отходов.
3. Подготовка к аудиторным занятиям (практическим, семинарским, лабораторным работам) и выполнение соответствующих заданий.
4. Самостоятельное прочтение, просмотр, Интернет-ресурсы, повторение учебного материала.
5. Подготовка сообщений, докладов, выступлений на семинарских и практических занятиях, подбор литературы по дисциплинарным проблемам
6. Практическая работа с решением прикладных, расчетных и ситуационных задач, обсуждение результатов деятельности.
7. Подготовка отчетов по практическим и лабораторным работам.

**Перечень задач к самостоятельной подготовке студентов по модулю 1.**

1. Определить класс опасности отхода производства фторсолей, если в его состав входят сера, сульфат натрия и фторид натрия. Значение ПДК в почве для серы 160 мг/кг, для сульфат-иона – 160 мг/кг, для фторида натрия (в пересчете на фтор) – 10 мг/кг. Растворимость в воде сульфата натрия в пересчете на сульфат-ион – 35,8 г.
2. Рассчитать плату за загрязнение атмосферного воздуха в результате сжигания 1000 м<sup>3</sup> ТКО на полигоне, расположенном в черте города в Северо-Западном экономическом районе, используя табличные данные по удельным выбросам загрязняющих веществ и нормативам платы за них, если принять, что насыпная масса отходов составляет 0,5 т/м<sup>3</sup> ТКО.
3. Рассчитать плату за размещение 0,039 т твердых бытовых отходов с учетом инфляционного коэффициента, если предприятие находится в Центральном экономическом районе, а норматив платы за размещение 1 т нетоксичных отходов равен 2,5.
4. Рассчитать годовые выбросы паров дизтоплива, поступающего в резервуар для хранения в количестве 22,113 т, если известно, что коэффициенты испарения при минимальной и максимальной температурах жидкости равны соответственно 0,82 и 0,365, а коэффициент оборачиваемости резервуаров составляет 2,5, плотность дизтоплива – 0,85 т/м<sup>3</sup>.
5. Заасфальтированная площадь на предприятии составляет 0,7 га, однако уборке подлежит только 10% асфальтированной территории (дороги и подъезды к зданиям). Рассчитать нормативный объем образования смета за год, если известно, что с 1 м<sup>2</sup> в год образуется 5 кг смета.
6. Рассчитать количество бытовых отходов за год, образующихся в результате жизнедеятельности 29 работников предприятия, если известен норматив образования бытовых отходов на человека в год, а плотность бытовых отходов данного вида составляет 0,22 т/м<sup>3</sup>.

7. Рассчитать общую массу стеклобоя от ламп накаливания, образующуюся в течение года, если на предприятии для освещения используют 25 штук ламп накаливания, каждая массой 90 грамм, замена которых осуществляется в среднем 2 раза в год.

8. Рассчитать общую массу стеклобоя, образующегося при замене стекол в цехах и помещениях предприятия, если ежегодно используется по 3 листа оконного стекла размером 70 см х 70 см толщиной 0,3 см, а удельный вес стекла равен 10 г/см<sup>3</sup>.

9. Произвести расчет образования стружки черных металлов, образующейся при работе станков в слесарной мастерской, согласно нормативам, если на обработку в год поступает 2,4 т черного металла.

10. Для обслуживания станков на предприятии в год используется 70 кг сухой ветоши, рассчитать сколько за этот период образуется промасленной ветоши, если содержание масла в ней составляет 5%.

11. Рассчитать сколько образуется списанной спецодежды (тряпья) на предприятии, если работникам выдается 5 ватников весом 2 кг каждый и 29 комбинезонов весом 0,8 кг каждый.

12. Рассчитать суммарную массу золошлаковых отходов и осадков сточных вод, образующихся в результате сжигания 30 тыс. т каменного угля и текущие затраты на вывоз и размещение твердых отходов, если удельный показатель массы золошлаковых отходов для печорских углей составляет 380 кг/т угля, теплота сгорания топлива 20 ГДж/т, а объем отведения загрязнения сточных вод 0,55 м<sup>3</sup> на 1 ГДж произведенного тепла.

13. Рассчитать плату за выбросы загрязняющих веществ, образующихся в результате работы подогревателя нефти, используя табличные данные и учитывая, что коэффициент экологической ситуации для данного района равен 2,8, а коэффициент индексации платы – 120.

14. В отстойник поступают сточные воды целлюлозно-бумажного производства с расходом 100 м<sup>3</sup>/ч и концентрацией взвешенных частиц 1000 мг/л. Эффективность отстаивания частиц – 70%, влажность образующегося осадка – 90%. Рассчитать массу сырого осадка и концентрацию взвешенных веществ в очищенных водах.

15. Рассчитать количество твердых бытовых отходов, образующихся на предприятии по переработке баритовых руд мощностью 100 тыс. т в год и оценить их воздействие на окружающую среду. Количество работающих на предприятии составляет 30 человек.

16. Рассчитать количество твердых отходов (баритовая пыль, нефтешлам, лом абразивный, отработанное масло, стружка черных металлов), образующихся на предприятии по переработке баритовых руд мощностью 250 тыс. т в год и оценить их воздействие на окружающую среду.

17. Рассчитать количество твердых отходов (шламы, хвосты, пыль, нефтешлам, лом абразивный, отработанное масло, стружка черных металлов и др.), образующихся на предприятии по переработке титанового сырья мощностью 2 млн. т в год и оценить их воздействие на окружающую среду.

18. Рассчитать плату за выбросы загрязняющих твердых веществ, образующихся в результате работы дробильного оборудования, используя данные таблицы и учитывая, что коэффициент экологической ситуации для данного района равен 1,9, а коэффициент индексации платы – 100.

**Перечень задач к самостоятельной подготовке студентов по модулю 2.**

1. Рассчитать вместимость полигона, функционирующего на протяжении 15 лет, если численность населения, обслуживаемого полигоном составляет 125 тыс. чел., при норме накопления 275 кг/год на человека, если нормы накопления ТКО изменяются в среднем на 3% в год.

2. Определить категорию загрязнения почвы населенного пункта химическими веществами - фтор, бериллий, цинк - по суммарному показателю загрязнения, если их реальная концентрация в почве равна соответственно 248 мг/кг, 56 мг/кг и 350 мг/кг почвы, а фоновая концентрация составляет 150, 1,5, 35 мг/кг почвы соответственно. Дать характеристику показателей здоровья населения, проживающего на загрязненной территории.

3. Рассчитать величину предотвращенного экологического ущерба от деградации почв и земель (в результате природоохранной деятельности предприятия), если учесть, что 12000 т нефти собирается с площади 33 га, а удельный ущерб составляет 22,5 тыс. руб/га; коэффициент природно-хозяйственной значимости почв и земель принять равным 2,3. 6. Рассчитать плату за размещение веществ (карбоксиметилцеллюлоза – 0,645 т и полиакриламид – 0,103 т), используемых в процессе строительства скважины, если Кразм = 2,8, Кинфл = 120, используя табличные данные по нормативам платы для вышеуказанных веществ.

4. Рассчитать количество твердых отходов (красные шламы, хвосты, пыль и др.), образующихся на глиноземном заводе мощностью 500 тыс. т в год и оценить их воздействие на окружающую среду.

5. Рассчитать какое количество золы образуется в дымовых газах, отходящих от источников сжигания угля, если потребность в угле на годовой объем производства тепловой энергии составляет 100 тыс. т (зольность угля 33%) и определить доход от реализации товарной золы при цене реализации 7 руб/т., реализации товарной золы при цене реализации 7 руб/т.

6. Рассчитать размер платы за пользование земельными ресурсами, если под объект отведено 4,5 га земель, а ставка земельного налога без учета повышающего коэффициента для данного района установлена в размере 22,5 руб/га.

## 11. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (учебного курса)

### 11.1. Обязательная литература

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Количество в библиотеке
1	<b>Ветошкин А. Г.</b> Технологии защиты окружающей среды от отходов производства и потребления [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Г. Ветошкин. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. - 304 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-2035-3.	учебное пособие	ЭБС "Лань"
2	<b>Основы природопользования и энергоресурсосбережения</b> [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. В. Денисов [и др.] ; под ред. В. В. Денисова. - Санкт-Петербург : Лань, 2018. - 408 с. : ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ISBN 978-5-8114-2674-4.	учебное пособие	ЭБС "Лань"

### 11.2. Дополнительная литература и учебные материалы

- фонд научной библиотеки ТГУ:

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, аудио-, видеопособия и др.)	Количество в библиотеке
1	<b>Переработка и утилизация дисперсных материалов и твердых отходов</b> [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. И. Назаров [и др.] ; под ред. В. И. Назарова. - Москва : Альфа-М : ИНФРА-М, 2014. - 464 с. -	учебные пособия	ЭБС "ZNANIUM.COM"

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, аудио-, видеопособия и др.)	Количество в библиотеке
	(Технологический сервис). - ISBN 978-5-98281-317-6.		
2	<b>Никифоров Л. Л.</b> Экология [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л. Л. Никифоров. - Москва : ИНФРА-М, 2015. - 204 с. : ил. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-010377-8.	учебные пособия	ЭБС "ZNANIUM.COM"
3	<b>Григорьева И. Ю.</b> Основы природопользования [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И. Ю. Григорьева. - Москва : ИНФРА-М, 2018. - 336 с. : ил. - (Высшее образование. Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-005475-9.	учебные пособия	ЭБС "ZNANIUM.COM"
4	<b>Ветошкин А. Г.</b> Основы процессов инженерной экологии [Электронный ресурс] : теория, примеры, задачи : приложения / А. Г. Ветошкин. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - Электрон. прил. к книге. - ISBN 978-5-8114-1525-0 :	теория, примеры, задачи : приложения	компакт-диски; CD
5	<b>Миленький А. В.</b> Утилизация упаковки [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. В. Миленький. - Кемерово : Кемеров. технол. ин-т пищевой промышленности, 2014. - 102 с. - ISBN 978-5-89289-844-7.	учебные пособия	ЭБС "IPRbooks"
6	<b>Шульц Л. А.</b> Экология черной металлургии ЕС [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л. А. Шульц, Г. С. Подгородецкий, К. С.	учебные пособия	ЭБС "Лань"



№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, аудио-, видеопособия и др.)	Количество в библиотеке
	Шатохин. - Москва : МИСИС, 2016. - 155 с. : ил. - ISBN 978-5-87623-985-3.		
7	<b>Маршалкович А.С.</b> Экология городской среды [Электронный ресурс] : учеб. - метод. пособие / А. С. Маршалкович, М. И. Афолина. - Москва : МГСУ : ЭБС АСВ, 2015. - 129 с. - ISBN 978-5-7264-0984-9.	учебно-методическое пособие	ЭБС "IPRbooks"
8	<b>Гребенкин А. Н.</b> Переработка и утилизация крупнотоннажных твердых целлюлозосодержащих отходов [Электронный ресурс] : монография / А. Н. Гребенкин, А. А. Гребенкин, А. В. Демидов ; под общ. ред. В. Е. Романова. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 128 с. : ил. - (Научная мысль). - ISBN 978-5-16-011286-2.	монография	Электронный ресурс ЭБС "ZNANIUM.COM"
9	<b>Моссэ А. Л.</b> Плазменные технологии и устройства для переработки отходов [Электронный ресурс] : [монография] / А. Л. Моссэ, В. В. Савчин. - Минск : Беларуская навука, 2015. - 414 с. - ISBN 978-985-08-1856-0.	монография	ЭБС "IPRbooks"
10	<b>Сбор и переработка твердых коммунальных отходов</b> [Электронный ресурс] : монография / Л. И. Соколов [и др.]. - [2-е изд., испр. и доп.]. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2017. - 176 с. : ил. - ISBN 978-5-97290-155-5.	монография	ЭБС "IPRbooks"

- другие фонды:

№ п/п	Библиографическое описание	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, аудио-, видеопособия и др.)	Место хранения (методический кабинет кафедры, городские библиотеки и др.)
1	Кравцова М.В. Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины «Способы утилизации и переработки отходов»»	учебно-методическое пособие	методический кабинет кафедры

СОГЛАСОВАНО

Директор научной библиотеки  
Асаева

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_г.  
МП

\_\_\_\_\_

(подпись)

А.М.

(И.О. Фамилия)

### 11.3. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

- <http://thescipub.com/journals/ajeas> - рецензируемый журнал American Journal of Engineering and Applied Sciences - публикует результаты исследований в области инженерных наук (прикладная физика и прикладная математика, автоматизация и управление, химическая технология, компьютерная техника, информатику, инженерные данные и разработка программного обеспечения, экологическая инженерия, электротехника, промышленная инженерия, информационные технологии и информатика, материаловедение, измерение и метрология, машиностроение, медицинская физика, энергетика, обработка сигналов и телекоммуникации).
- <http://rsta.royalsocietypublishing.org/> - журнал Philosophical Transactions A предоставляет свободный доступ к научным публикациям по следующим темам: инженерные, физические, математические науки.
- <http://www.medwelljournals.com/archive.php?jid=1816-949x> – журнал Journal of Engineering and Applied Sciences (Medwell Journals) представляет статьи с результатами научных исследований в области инженерных наук (математика, электротехника, машиностроение, энергетика, автомобилестроение, биохимическая инженерия, строительная инженерия и т.д.).
- <http://www.kirj.ee/engineering> - международный научный журнал The Estonian Journal of Engineering, публиковавший научно-исследовательские статьи с 1995 по 2014 гг., представляющие интерес для широкого спектра инженерных специальностей; выпускался при поддержке Эстонской академии наук.
- <https://doaj.org/> - ресурс, который обеспечивает доступ к полнотекстовым электронным журналам предназначен для поиска по названию статьи (журнала) или по теме. DOAJ ставит целью всестороннее освещение научной периодики, находящейся в открытом доступе и использующей определенные меры, гарантирующие достойное качество их содержания.
- <http://www.sciencedomain.org/journal-home.php?id=6> - журнал British Journal of Mathematics & Computer публикует результаты исследований в области математики и информационных технологий.
- <http://www.enveurope.com> - статьи журнала Environmental Sciences Europe, посвященного защите окружающей среды.
- <http://www.gjesm.net> - статьи журнала Global Journal of Environmental Science and Management, посвященного защите окружающей среды, промышленной экологии и управлению в этой области.
- <http://www.sciencedomain.org/archives.php?iid=1160&id=16> - архив рецензируемого журнала American Chemical Science Journal, посвященного общим вопросам химии в следующих предметных областях: органическая

химия, неорганическая химия, физическая химия, промышленная химия, химическая технология, аналитическая химия, медицинская химия, супрамолекулярная химия высокомолекулярных соединений и нанохимия и др. прикладных дисциплинах химической науки.

- <http://www.epo.org/searching/free.html> - библиотека патентов
- <https://patentscope.wipo.int/search/en/search.jsf> - поиск по международным и национальным патентным фондам, поиск как на русском, так и на других языках

- **Рециклинг отходов**

- Специализированное информационно-аналитическое издание в области переработки отходов. Журнал публикует материалы, посвященные проблемам сбора, транспортировки, переработки, утилизации и захоронения отходов. Доступен полнотекстовый архив с 2006 по 2009 год и аннотированное содержание всех номеров журнала с 2010 года: <http://www.wasterecycling.ru/>

- **Твердые бытовые отходы**

- На страницах журнала освещаются вопросы организации сбора, сортировки и транспортировки отходов, применения современных технологий и оборудования для переработки, опыт российских и зарубежных предприятий. **Входит в систему РИНЦ.** Доступны полные тексты статей с 2005 по 2007 год и аннотированное содержание номеров журнала с 2008 года (с доступом к полным текстам отдельных публикаций). **Для просмотра статей необходимо пройти регистрацию:** <http://www.solidwaste.ru/magazine/archive/2005.html>

- **Теоретические основы химической технологии**

- Журнал публикует сообщения о новых технологических процессах в обрабатывающей промышленности с точки зрения фундаментальной науки. Статьи в журнале посвящены основам тепломассообмена, процессам разделения, межфазным явлениям, течению сыпучих материалов, биотехнологии, оптимизации, автоматизации и управлению, экономии энергии, металлов и сырья, защите окружающей среды и смежным темам. Журнал входит в Перечень ВАК и систему РИНЦ. Для зарегистрированных пользователей Научной электронной библиотеки (eLibrary) доступен полнотекстовый архив с 2011 года: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8244>

- **Chemical and Process Engineering Research**

- Журнал на английском языке Международного института по науке, технологиям и образованию (International Institute for Science, Technology and Education) (США, Великобритания, Гонконг). Публикует оригинальные статьи, касающиеся различных аспектов химического машиностроения, в том числе, управление процессами и контрольно-измерительными приборами данного производства. Доступен полнотекстовый архив с 2011 года: <http://www.iiste.org/Journals/index.php/CPER/issue/archive>

- **Journal of Advanced Chemical Engineering**

• Научный рецензируемый и реферируемый журнал открытого доступа. **Страна:** Египет **Язык:** английский. Публикует оригинальные исследования, обзорные статьи, короткие сообщения в области химического машиностроения, современных материалов, биохимии. Доступен полнотекстовый архив с 2011 года: <http://www.ashdin.com/journals/published.aspx?jid=jace>

#### 11.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Количество лицензий	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	1398	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно.
2	Office Standart	1398	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия – бессрочно.
3	Расчет класса опасности	20	Договор 652/2014 от 07.07.2014, срок действия – бессрочно.
4	Программные средства серии «Эколог»	20	Договор 652/2014 от 07.07.2014, срок действия – бессрочно.

#### 11.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.	Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
1.	Лаборатория «Высокомолекулярные соединения». Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций	Столы лабораторные островные; столы лабораторные пристенные; столы лабораторные; шкаф вытяжной; шкаф вытяжной 1500ШВ ; весы аналитические ВЛР200 ; сушильный шкаф Snol 58/350; стол виброустойчивый ; стол письменный; шкафы для хим. реативов ; тумба для посуды и хим.реактивов ; холодильник «Орск»; регулятор напряжения БП2100; магнитная ме-	445020 Самарская область, г. Тольятти, Центральный р-н, ул. Белорусская, д. 16Б, 4 этаж, позиция по ТП №12.	64,50	16

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.	Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
	Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (А-220)	шалка ММ02 ; термостат UTU4 ; автоклав; полимеризатор ; штатив лабораторный ; доска аудиторная трехсекционная; табуреты лабораторные; химическая посуда.			
2.	Лаборатория «Биотестирование и биоиндексация» (А-224)	Столы лабораторные островные, вытяжной шкаф., стол для посуды, Бюретка для титрования, Ионметр Эко-тест 2000-рНм.	445020 Самарская область, г. Тольятти, Центральный р-н, ул. Белорусская, д. 16Б, 4 этаж, позиция по ТП №17.		
3.	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (А-419)	Столы ученические трехместные (моноблок), моноблоки двухместные, стол преподавательский, стул преподавательский, доска аудиторная (меловая), кафедра.	445020 Самарская область, г. Тольятти, Центральный р-н, ул. Белорусская, д. 16Б, 4 этаж, позиция по ТП №18.	62,10	66
4.	Лаборатория «Утилизация и рециклинг отходов» (А- 423)	Рабочие столы лабораторные, стулья ученические , доска аудиторная (меловая) , стол преподавательский, стулья преподавательские , сейф для реактивов, шкаф лабораторный магнитная мешалка, технические весы , центрифуга лабораторная с пробир-	445020 Самарская область, г. Тольятти, Центральный р-н, ул. Белорусская, д. 16Б, 4 этаж, позиция по ТП №17.	44,60	10

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.	Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
		ками , мойка., стол для титрования , шкаф для посуды, шкаф вытяжной, стол для весов , термостат , муфельная шкаф ПЭМ , спектрофотометр Unico , весы технические , химическая стеклянная посуда, химическая фарфоровая посуда, воронки, бюретки, пипетки, шприцы, реактивы.			
5.	Компьютерный класс. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для проведения лабораторных работ. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (А-415)	Столы ученические, стулья ученические, доска аудиторная (меловая), ПК, проектор, экран переносной, рабочий стол, письменный угловой стол, преподават. стол.	445020 Самарская область, г. Тольятти, Центральный р-н, ул. Белорусская, д. 16Б, 4 этаж, позиция по ТП №20.	43,40	10
6.	Компьютерный класс. Помещение для самостоятельной работы. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ).	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет.	445020 Самарская область, г. Тольятти, Центральный р-н, ул. Белорусская, д. 14, 4 этаж, позиция по ТП №48.	84,80	16

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий	Перечень основного оборудования	Фактический адрес учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др.	Площадь, м <sup>2</sup>	Количество посадочных мест
	Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. (Г-401)				