

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Тобольский педагогический институт им. Д.И.Менделеева (филиал)  
Тюменского государственного университета

УТВЕРЖДАЮ

Директор

« 28 » \_\_\_\_\_ Шилов С.П.  
2020 г.



**ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ**

Рабочая программа  
для обучающихся по направлению подготовки  
05.03.06 Экология и природопользование  
профиль Экология и техносферная безопасность  
Форма обучения: очная

Третьякова Т.В. Промышленная экология. Рабочая программа для обучающихся по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование, профиль Экология и техносферная безопасность, квалификация бакалавр, форма обучения очная. Тобольск, 2020.

Рабочая программа дисциплины (модуля) опубликована на сайте ТюмГУ: Промышленная экология [электронный ресурс] / Режим доступа: <https://tobolsk.utmn.ru/sveden/education/>.

© Тобольский педагогический институт им.Д.И. Менделеева (филиал) Тюменского Государственного университета, 2020

© Третьякова Т.В. 2020.

## 1. Пояснительная записка

Дисциплина «Промышленная экология» в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование, профиль Экология и техносферная безопасность является дисциплиной вариативной части подготовки бакалавра. Ее основное назначение – содействовать становлению профессиональной компетентности бакалавра, направленной на понимание основ промышленной экологии.

**Цель дисциплины** формирование базовых знаний, необходимых в профессиональной деятельности для определения оптимальных способов производственной защиты от последствий хозяйственной деятельности.

**Задачи дисциплины** - сформировать понятия об основных путях экологизации производства на основе системных знаний об взаимодействии в системе природа – человек – общество; сформировать основные представления об экозащитных технологиях в разных отраслях хозяйственной деятельности.

### 1.1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина (модуль) «Промышленная экология» является одним из основополагающих курсов в системе подготовки бакалавра экологии и природопользования относится к вариативной части базовых дисциплин по направлению подготовки 05.03.06 Экология и природопользование, профиль Экология и техносферная безопасность.

Дисциплина логически и содержательно - методически взаимосвязана с курсами: Безопасность жизнедеятельности, Аналитические методы контроля окружающей среды, Науки о земле и экологическое картографирование, Основы природопользования.

### 1.2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения данной дисциплины (модуля)

Код и наименование компетенции (из ФГОС ВО)	Компонент (знаниевый/функциональный)
ПК-3 владением навыками эксплуатация очистных установок, очистных сооружений и полигонов и других производственных комплексов в области охраны окружающей среды и снижения уровня негативного воздействия хозяйственной деятельности	Знает методы и средства защиты человека и окружающей среды от антропогенного воздействия. Умеет объяснить выбор методов и средств использования экозащитного оборудования для снижения уровня негативного воздействия хозяйственной деятельности.
ПК-5 способностью реализовывать технологические процессы по переработке, утилизации и захоронению твердых и жидких отходов; организовывать производство работ по рекультивации нарушенных земель, по восстановлению нарушенных агроэcosystem и созданию культурных ландшафтов	Знает характеристику выбросов конкретного производства и методы очистки или утилизации при реализации технологического процесса. Умеет демонстрировать знания технологических процессов по переработке, утилизации и захоронению твердых и жидких отходов, рекультивации нарушенных ландшафтов.
ПК-6 способностью осуществлять мониторинг и контроль входных и выходных потоков для технологических процессов на производствах, контроль и обеспечение эффективности использования малоотходных технологий в	Знает особенности производственного контроля входных и выходных протоков для технологических процессов очистки и обработки сбросов и выбросов Умеет давать характеристики

производстве, применять ресурсосберегающие технологии	малоотходным технологиям в производстве, применять ресурсосберегающие технологии.
---	---

## 2. Структура и объем дисциплины

Семестр 4. Форма промежуточной аттестации - зачет. Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 академических часа

Таблица 1

Вид учебной работы	Всего часов (академические часы)	Часов в семестре (академические часы)
		4 семестр
<b>Общий объем</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
зач. ед.	180	180
час		
Из них:		
<b>Часы аудиторной работы (всего):</b>		
Лекции	18	18
Практические занятия	36	36
Лабораторные / практические занятия по подгруппам	36	36
<b>Часы внеаудиторной работы, включая самостоятельную работу обучающегося</b>	90	90
Вид промежуточной аттестации (зачет, диф. зачет, экзамен)	зачет	зачет

## 3. Система оценивания

Оценивание осуществляется при проведении текущего контроля в рамках балльной системы разработанной преподавателем и доведенной до сведения обучающихся на первом занятии, и ее учета при промежуточной аттестации.

Таблица 2

№ темы	Устный опрос		Письменные работы						Другие формы работ	Итого количество баллов
	коллоквиум	ум	практич. работа	лабораторная работа	тест	Контрольная работа	задачи	таблица		
<b>Семестр 1</b>										
Модуль 1										
1.	0-2		0-4	0-2					0-4	0-10
2.			0-4					0-4	0-10	
3.			0-5	0-5					0-10	
<b>Всего</b>	<b>0-2</b>		<b>0-13</b>	<b>0-7</b>					<b>0-8</b>	<b>0-30</b>
Модуль 2										
1.			0-4	0-3					0-3	0-10
2.			0-4	0-2				0-4	0-10	
3.				0-6			0-4		0-10	
<b>Всего</b>			<b>0-8</b>	<b>0-11</b>			<b>0-4</b>		<b>0-7</b>	<b>0-30</b>
Модуль 3										

1.		0-4	0-4				0-3	0-4	0-15
2.		0-4	0-4			0-2		0-5	0-15
3.		0-2	0-2	0-3				0-3	0-10
<b>Всего</b>			<b>0-10</b>	<b>0-10</b>	<b>0-3</b>		<b>0-2</b>	<b>0-3</b>	<b>0-12</b>
<b>Итого 4</b>	<b>0-2</b>		<b>0-31</b>	<b>0-28</b>	<b>0-3</b>	<b>0-2</b>	<b>0-6</b>	<b>0-3</b>	<b>0-27</b>
									<b>100</b>

#### Критерии оценки тестов

Менее 50% верных ответов - «неудовлетворительно»;

51-69% верных ответов - «удовлетворительно»;

70-89% верных ответов – «хорошо»;

90-100% верных ответов – «отлично».

#### Критерии оценки лабораторных работ

1 балл - Работа выполнена полностью. Студент практически не владеет теоретическим материалом, допуская ошибки по существу рассматриваемых (обсуждаемых) вопросов, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допускает ошибки при ответе на дополнительные вопросы.

2-3 балла Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом на минимально допустимом уровне, отсутствуют ошибки при описании теории, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.

4 балла - Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.

5 баллов - Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при описании теории, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения, представляет полные и развернутые ответы на дополнительные вопросы.

#### Критерии оценивания устного опроса

Основные критерии: полнота и правильность ответа; степень осознанности, понимания изученного; языковое оформление ответа.

Оценка **отлично** ставится, если: полно раскрыто содержание вопроса; материал изложен грамотно, в определенной логической последовательности, точно используется терминология; показано умение иллюстрировать теоретические положения конкретными примерами, применять их в новой ситуации; продемонстрировано усвоение ранее изученных сопутствующих вопросов, сформированность и устойчивость компетенций, умений и навыков; ответ прозвучал самостоятельно, без наводящих вопросов; допущены одна – две неточности при освещении второстепенных вопросов, которые исправляются по замечанию преподавателя.

Оценка **хорошо** ставится, если: ответ удовлетворяет в основном требованиям на оценку «5» (отлично), но при этом имеет один из недостатков: в изложении допущены небольшие пробелы, не искажившие содержание ответа; 5 допущены один – два недочета при освещении основного содержания ответа, исправленные по замечанию преподавателя; допущены ошибка или более двух недочетов при освещении второстепенных вопросов, которые легко исправляются по замечанию преподавателя.

Оценка **удовлетворительно** ставится, если: неполно или непоследовательно раскрыто содержание материала, но показано общее понимание вопроса и продемонстрированы умения, достаточные для дальнейшего усвоения материала; имеются затруднения или допущены ошибки в определении понятий, использовании терминологии, исправленные после нескольких наводящих вопросов преподавателя; при неполном знании теоретического материала выявлена недостаточная сформированность компетенций, умений и навыков, аспирант не может применить теорию в новой ситуации.

Оценка **неудовлетворительно** ставится, если: не раскрыто основное содержание учебного материала; обнаружено незнание или непонимание большей, или наиболее важной части учебного материала; допущены ошибки в определении понятий, при использовании терминологии, которые не исправлены после нескольких наводящих вопросов преподавателя; не сформированы компетенции, умения и навыки

### Критерии оценки ответов на зачете

**Оценка «зачтено»** выставляется обучающемуся, который дает полный, развернутый ответ на поставленный вопрос с использованием информации, почерпнутой из дополнительной литературы, показывает совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющуюся в свободном оперировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи; раскрывает основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений; знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей; ответ формулируется в научных терминах, излагается литературным языком, характеризуется логичностью, доказательностью, демонстрирует авторскую позицию обучающегося; могут быть допущены недочеты в определении понятий или др., исправленные обучающимся самостоятельно в процессе ответа;

**оценка «не зачтено»** выставляется обучающемуся за отсутствие ответа или недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ; логика и последовательность изложения имеют нарушения; допускает существенные ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов, которые затрудняется исправить самостоятельно.

Промежуточная аттестация может быть выставлена с учетом совокупности баллов, полученных обучающимся в рамках текущего контроля.

#### Перевод баллов в оценки (зачет)

№	Баллы	Оценки
1.	0-60	Не зачтено
2.	61-100	Зачтено

## 4. Содержание дисциплины

### 4.1. Тематический план дисциплины

Таблица 3

№ п/п	Наименование тем и/или разделов	Объем дисциплины (модуля), час.				
		Всего	Виды аудиторной работы (академические часы)			Иные виды контактной работы
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные/практические занятия по подгруппам	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Промышленная экология как прикладная дисциплина	8	2	4	4	
2.	Основные экологические проблемы и виды загрязнения	8	2	4	4	
3	Анализ природо-промышленных систем (ППС) и промышленной подсистемы ППС	8	2	4	4	
4	Основные методы очистки газовых выбросов	8	2	4	4	
5	Методы очистки сточных вод	8	2	4	4	
6	Замкнутые водооборотные и газооборотные циклы	8	2	4	4	
7	Основные методы	8	2	4	4	

	очистки жидких отходов					
8	Обезвреживание и захоронение токсичных отходов	8	2	4	4	
9	Переработка отходов	8	2	4	4	
	ИТОГО	72	18	36	36	

#### 4.2. Содержание дисциплины (модуля) по темам

##### Модуль 1.

###### 1.1. Промышленная экология

Предмет изучения, цели промышленной экологии, задачи. Средства для решения задач, стоящих перед промышленной экологией. Инструменты, основные направлениями: экологизация технологий; создание малоотходных процессов; очистка атмосферы и водных ресурсов от вредных примесей; переработка твердых отходов (или их захоронение); использование экономических и правовых рычагов для охраны окружающей среды.

###### 1.2. Основные экологические проблемы и виды загрязнения

Основные параметры количественного и качественного состава выбросов объектов техносферы. Основные загрязняющие вещества. Основные источники загрязнения: 1) Открытые поверхности очистных сооружений (песколовки, нефтеловушки, прудов дополнительного отстаивания, фильтров, аэротенков). 2) Резервуары и технологические аппараты. 3) Сливно-наливные, очистные и ремонтные работы. 4) Аварии и утечки. Классификация источников выброса. Источники загрязнения воздуха: источники выделения (технологические установки, аппараты, агрегаты, очистные сооружения, сооружения оборотного водоснабжения и т.д., в) и источники выброса вредных веществ (трубы, вентиляции шахты, открытые поверхности очистных сооружений).

###### 1.3. Отходы отраслей экономики

Отходы производства и потребления. По возможности использования, различаются утилизируемые и не утилизируемые отходы. Классификация отходов по их химической природе, технологическим признакам образования, возможности дальнейшей переработки и использования. Разделение отходов производства и потребления 1) по отраслевому принципу (источником образования), 2) по производственным циклам, 3) по направлениям использования 4) по агрегатному состоянию. 4) по источникам их образования, основанная на отраслевом принципе. Способы сбора, переработки и захоронения отходов. Полигоны для захоронения отходов. Организации полигонов для захоронения отходов.

###### 1.4. Основные методы очистки газовых выбросов и производственных стоков

Основные способы снижения негативного воздействия объектов техносферы на атмосферный воздух. Серия планов программ - «стратегия защиты атмосферы». Три возможных вида ограничения выбросов: 1) постоянные ограничения 2) временные относительные ограничения, 3) пространственные относительные ограничения. Три вида мер в отношении источников загрязнения: 1) минимизация количества выбросов 2) локализация источников 3) регулировка высоты дымовой трубы. Основные направления технических мероприятий по ограничению уровня загрязнения воздуха: 1) модифицирование процессов путем коренного и постоянного изменения технологии производства для достижения минимальных выбросов 2) отделение ТВ. 3) модифицирование процессов путем замены сырья на те виды, которые содержат меньшее количество загрязняющих веществ. 4) замена источников энергии 5) модифицирование процессов за счет предварительной обработки топлива и других сырьевых материалов. Изменение процессов во времени ведущая к относительным снижениям выбросов загрязняющих веществ во время максимальных выбросов. 1) ограничение применение процессов горения в периоды максимального загрязнения. 2) постоянный контроль качества процессов горения 3) кратковременное замещение на более чистые типы топлив и сырья. 4) применение мокрых скрубберов исключительно при особенно неблагоприятных метеорологических условиях. Региональные изменения количества выбросов загрязняющих веществ в целях устранения локальных максимумов 1) перемещение в периоды экстремальных метеорологических ситуациях производства энергии из районов с более неблагоприятными условиями в районы с более

удовлетворительными метеоусловиями распространяя выбросов. 2) перемещение источников загрязнения из критических регионов и планируемое размещение новых источников. 3) контролируемое распределение различных типов топлива к его качеству 4) повышение степени распределения загрязняющих веществ на большую площадь путем применения более высоких дымовых труб.

Методы очистки газовых выбросов. Физико-химические методы очистки газов. Очистка газов от оксидов азота. Очистка газов от оксидов серы. Адсорбционная очистка газов. Каталитическая очистка. Выбор метода очистки.

## **Модуль 2.**

### **2.1. Методы очистки сточных вод**

Основные способы очистки сточных вод: по типу процесса очистки: гидромеханические (процеживание и отстаивание, улавливание всплывающих материалов, фильтрование и центрифугирование); физико-химические (коагуляция и флокуляция, флотация, адсорбция, ионный обмен, экстракция, обратный осмос, десорбция, электрохимические методы); химические (нейтрализация, окисление и восстановление, удаление ионов тяжелых металлов); биохимические (аэробные и анаэробные); термические (выпаривание и сжигание). По виду изменения вредных веществ: методы выделения примесей без изменения их химического состава и агрегатного состояния; методы превращения примесей в другие формы и состояния; Биологические. По видам загрязнения: очистка от твердых частиц (процеживание, отстаивание, механическое разделение, фильтрование); очистка от маслопродуктов (отстаивание, механическое разделение, флотация, фильтрование); очистка от растворимых примесей (экстракция, сорбция, нейтрализация, электрокоагуляция, ионный обмен, озонирование, кондиционирование, обезвреживание); очистка от органических примесей (применение искусственных и естественных сооружений с использованием биологических фильтров); механические, химические, физико-химические и биологические, Электролитическая очистка, биофильтры, биологические пруды и аэротенки.

### **2.2. Замкнутые водооборотные и газооборотные циклы**

Направления: внедрение безводных (или маловодных) технологических процессов; устранение протечек и потерь воды с брызгами в системе водоснабжения за счет совершенствования технологических процессов и оборудования, а также за счет правильной организации производства; использование теплоты химических реакций; использование вторичных материальных и энергетических ресурсов (в том числе регенерация кислот, щелочей, солей и т.п.); использование воды для очистки уходящих газов; внедрение местных систем обезвреживания стоков. Создание замкнутых водооборотных циклов. Экологическое преимущество замкнутых водооборотных циклов перед разомкнутыми. очевидно, так как очистка большого количества воды до необходимой

### **2.3. Использование и переработка крупнотоннажных промышленных отходов**

Применение крупнотоннажных отходов для рекультивации земель. Применение отходов в производстве строительных материалов. Зола и шлаки ТЭЦ как источник сырьевых ресурсов для производства строительных материалов. Применение отходов в сельском хозяйстве.

## **Модуль 3.**

### **3.1. Обезвреживание и захоронение токсичных отходов**

Обезвреживание и захоронение токсичных промышленных отходов. Строительство и эксплуатация полигонов в соответствии с «Санитарными правилами проектирования, строительства и эксплуатации полигонов захоронения не утилизируемых отходов» и Санитарными нормами и правилами (СНиП 1.02.28—85) «Основные положения по составу проекта полигона по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов». Три основные группы объекта в составе полигона- 1. Завод (или ряд установок) по обезвреживанию токсичных промышленных отходов, 2. Участок для захоронения отходов 3. Гараж специализированного парка автомашин, предназначенных для транспортировки токсичных отходов. Проектирование дождевой и хозяйственно-бытовой канализации, дренажа. Общая система канализации полигона. Способ обезвреживания и захоронения отходов. Класс опасности отходов, подлежащих захоронению, Схема работы полигона: сбора не утилизируемых токсичных отходов на предприятиях-поставщиках; организацию транспортировки токсичных отходов на полигон; организацию приема токсичных отходов на полигоне, их обезвреживание и захоронение.

### **3.2. Экологическая пригодность сырья и выпускаемой продукции**

Требования к сырью и продукции предприятия Законом РФ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» № 1034-1 от 19.04.91. Санитарные правила, нормы и гигиенические

нормативы. Обязанности предприятий. Методы обезвреживания и захоронения токсичных отходов. Наблюдение за радиоактивным загрязнением.

#### **4.2.2. Планы практических и лабораторных занятий**

##### **Модуль 1.**

##### **Тема 1 Организация и общие закономерности производственных процессов**

1. Структура природно-промышленных систем: Понятие о природно-промышленных системах (ППС): характеристика и формализация; промышленная подсистема; природная подсистема; физико-химическая система; биологическая система; внешняя среда; элементы, связи, контакты, носители примесей и индикаторы состояния. ППС.
2. Элементы ППС, их классификация по виду и назначению (гидромеханические, массообменные, тепловые, химические, биохимические, элементы управления, многофункциональные элементы). Технологические связи элементов ППС (потоки вещества, энергии, импульса и заряда), их назначение и характеристика. Виды связей элементов ППС: последовательная, параллельная, разветвленная, последовательно-обводная (байпас), обратная (рецикл), технологическая. Байпас простой и сложный. Рецикл полный и фракционный. **Тема 2** Иерархическая организация производственно-технологических процессов и технологических процессов инженерной защиты окружающей среды (промышленная подсистема ППС).

#### **Тема 2.** Промышленные подсистемы ППС

План:

1. Понятие о промышленном производстве как о промышленной подсистеме ППС.
2. Иерархическая организация промышленных процессов (промышленной подсистемы ППС): процесс (П), промышленно-технологический аппарат (ПТА), промышленно-технологический процесс (ПТП), промышленно-технологическая схема (ПТС), промышленное производство (ПП), производственное объединение (ПО), промышленно-технологическая система как промышленная подсистема ППС в целом, их определения.
3. Общая технологическая структура промышленного производства (производство, хранение сырья и продукции, транспортирование сырья и продукции, системы контроля и безопасности).
4. Общие функции промышленного производства (производство продуктов, экономное использование сырья, материалов и энергии, экологическая безвредность, социальное совершенство). Основные операции промышленного производства (подготовка сырья, механические, физико-химические и биохимические процессы взаимодействия веществ, химическое превращение, выделение продуктов, обезвреживание и утилизация отходов, тепло- и энергообеспечение, водоподготовка, система управления).
5. Основные технологические компоненты промышленного производства (сырье, вспомогательные материалы, основной и дополнительный продукты, отходы, энергетические ресурсы, оборудование и приборы).

#### **Тема 3** Анализ природно-промышленных систем (ППС) и.

План:

1. Понятие, задачи и показатели результатов анализа ППС.
2. Материальный и энергетический балансы. Методика составления и расчета материальных и энергетических балансов ППС и ее подсистем. Энергетический (энтальпийный) и эксергетический балансы, диаграммы потоков и КПД. Эксергетический анализ как метод оценки эффективности использования потенциала сырья и энергии.

#### **Тема 4** Сырьевая составляющая промышленной подсистемы ППС:

План:

1. Характеристика и классификация сырья и вспомогательных материалов по происхождению, агрегатному состоянию, химической природе. Возобновляемые и невозобновляемые источники сырья.
2. Отходы производства как источник вторичных материальных ресурсов. Перспективные и альтернативные источники сырья. Подготовка сырья в промышленном процессе или процессе очистки, утилизации и переработки отходов в очистном аппарате: сортировка, измельчение, агломерация, обогащение (концентрирование), очистка.

#### **Тема: 5** Энергетическая составляющая промышленной подсистемы ППС.

План:

1. Потребление энергии и энергоснабжение в промышленных процессах и процессах очистки. Общая характеристика и классификация энергетических ресурсов в промышленной подсистеме ППС. Источники энергии, перспективные и альтернативные источники энергии.
2. Рациональное использование энергии. Способы энерготехнологического комбинирования в промышленных процессах и процессах очистки, использование энергетического потенциала сырья и тепла экзотермических реакций.

3. Вторичные энергоресурсы (ВЭР), их классификация, основные направления утилизации (генерация водяного пара, преобразование одних видов энергии в другие, рекуперация тепла, теплоснабжение, трансформация в холод и другие).

**Тема: 6** Комплексное использование сырьевых и энергетических ресурсов

План:

1. Замкнутые систем промышленного водоснабжения.
2. Системы оборотного водоснабжения (СОВ): понятие, виды СОВ, показатели эффективности функционирования СОВ.
3. Замкнутые системы водного хозяйства (ЗСВХ): ЗСВХ промышленных предприятий, ЗСВХ территориально-промышленного комплекса.
4. Комбинирование и кооперация производств.

**Тема 7** Основные промышленные методы очистки отходящих газов

**Занятие №11-12 (4 часа)**

План:

1. Физико-химические основы очистки и обезвреживания дымовых газов от оксидов азота: Адсорбционные методы, абсорбционные методы, каталитические методы
2. Очистка дымовых и топочных газов от диоксида серы: предварительной удаление серы из угля химическими, физическими и микробиологическими методами, абсорбция и добавление сорбентов в зону горения: известковый и известняковый абсорбционный метод, мокрый, мокросухой, полусухой и сухой, магнезитовый и аммиачный методы

**Модуль 2**

**Тема № 8** Очистка воздуха от газопылевых выбросов.

План:

1. Сухие механические пылеуловители (Циклоны, Жалюзийные аппараты, Инерционные пылеуловители, Пылеосадительные камеры); Аппараты мокрой очистки (Скрубберы Вентури,
2. Насадочные скрубберы, Тарельчатые газоочистные аппараты. Скрубберы с подвижной насадкой.
3. Аппараты ударно-инерционного действия, Аппараты центробежного действия. Мокрые пылеуловители с внутренней циркуляцией жидкости;
4. Аппараты фильтрационной очистки; Аппараты электрофильтрационной очистки
5. Оборудование для очистки от газо - и парообразных загрязнителей: аппараты абсорбционной очистки, аппараты адсорбционной очистки, аппараты термической нейтрализации.

**Тема 9** Основные промышленные методы очистки сточных вод

План:

1. Вода как сырье и вспомогательный компонент промышленных процессов и процессов очистки. Источники воды. Требования к качеству воды. Промышленная водоподготовка (очистка от взвешенных примесей, умягчение, обессоливание, нейтрализация).
2. Технологическая схема очистки сточных вод.

**Модуль 3**

**Тема 10** Производство неорганических веществ.

План:

1. Производство серной и азотной кислоты: общие сведения, физико-химические основы.
2. Производство аммиака: общие сведения, физико-химические основы. Технологическая схема, совершенствование производства, перспективы развития
3. Производство минеральных удобрений: общие сведения, физико-химические основы. Технологическая схема, совершенствование производства.
4. Производство силикатных материалов: общие сведения, физико-химические основы. Технологическая схема, совершенствование производства, перспективы развития

**Тема 11** Электрохимические производства

1. Технологические процессы с использованием электрической энергии: электролиз: теоретические основы, переработка продуктов электролиза, производство соляной кислоты
2. Металлургические процессы: физико-химические основы восстановления металлов из руд; производство алюминия, чугуна, стали: сырье, теоретические основы, общая схема производства, интенсификация процессов

**Тема 12** Переработка жидкого, твердого и газообразного топлива

План:

1. Классификация и состав топлива; энергетические характеристики;

2. Общая схема переработки нефти, переработки твердого топлива (коксование каменного угля, гидрирование твердого топлива), переработки нефтяных газов, коксового газа;
3. Газификация твердого топлива.

**Тема 13** Производство органических веществ

План:

1. Продукты основного органического синтеза,
2. Сырье и процессы; производство ацетилена, спиртов, альдегидов, уксусной кислоты

**Тема 14** Производство полимерных материалов: свойства и применения полимерных материалов (ПМ)

1. Состав и классификация пластических масс;
2. Производство полиэтилена, полистирола,
3. Производство фенол-формальдегидных полимеров,
4. Производство химических волокон, эластомеров.

**Тема 18** Основные источники и компоненты – загрязнители атмосферы и гидросферы

План:

1. Показатели качества атмосферного воздуха.
2. Основные критерии опасности загрязнения воздуха.
3. Индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) Единичные индексы Комплексные показатели. Нормирование выбросов
4. Показатели качества водной среды.
5. Основные критерии опасности загрязнения.
6. Индексы загрязнения воды. Единичные индексы Комплексные показатели. Нормирование выбросов.

**Тематика лабораторных работ**

1. Изучение процессов очистки воды (4 часа)
2. Изучение основных свойств осадка сточных вод (4 часа)
3. Изучение процесса флокуляции. Определение дозы флокулянта пробным флокулированием (4 часа)
4. Расчет рассеивания выбросов из одиночного источника (4 часа)
5. Расчет разбавления в реках, озерах и водохранилищах (4 часа)
6. Расчет необходимой степени очистки сточных вод по содержанию вредных веществ (4 часа)
7. Расчет необходимой степени очистки сточных вод по взвешенным веществам (4 часа)
8. Расчет необходимой степени очистки сточных вод по растворенному в воде водоема кислороду (4 часа)
9. Очистка запыленного воздуха и рассеивание примесей промышленных выбросов (4 часа)
10. Анализ выбросов загрязняющих веществ (2 часа)
11. Гравиметрическое определение пыли (2 часа)
12. Оценка эффективности работы пылеуловителей (4 часа)
13. Нахождение предельно допустимого выброса и его минимальной высоты (2 часа)
14. Прогнозирование опасности загрязнения окружающей среды (2 часа)
15. Определение количественных характеристик выбросов СДЯВ (2 часа)
16. Расчет глубины зоны заражения на химически опасном объекте (2 часа)
17. Расчет глубины зоны возможного заражения при разрушении химически опасного объекта (2 часа)

**4.2.3. Образцы средств для проведения текущего контроля**

**Контрольная работа № 1**

1. Промышленная экология цели и задачи
2. Экологизированные ресурсосберегающие технологии, принципы развития малоотходных технологий
3. Физико-химические основы очистки и обезвреживания дымовых газов от оксидов азота
4. Очистка дымовых и топочных газов от диоксида серы
5. Очистка воздуха от газопылевых выбросов:

6. Сухие механические пылеуловители (циклоны, жалюзийные аппараты, инерционные пылеуловители, пылеосадительные камеры)
7. Аппараты мокрой очистки (скрубберы Вентури, аппараты ударно-инерционного действия, аппараты центробежного действия;
8. Аппараты фильтрационной очистки;
9. Аппараты электрофильтрационной очистки
10. Оборудование для очистки от газо- и парообразных загрязнителей: аппараты абсорбционной очистки, аппараты адсорбционной очистки, аппараты термической нейтрализации.

#### **Вопросы к коллоквиуму № 1.**

1. Механические методы очистки и оборудование
2. Химические методы очистки и оборудование
3. Физико-химические методы очистки
4. Биологические и биохимические методы очистки
5. Формирование биоценозов активного ила очистных сооружений; оборудование: искусственные сооружения (аэротенки (вытеснители, смесители, отстойники), циркуляционные окислительные каналы, окситенки; биофильтры (аэробные и анаэробные); погружные биофильтры, биотенки, аэротенки с заполнителями) и естественные сооружения.
6. Показатели качества атмосферного воздуха. основные критерии опасности загрязнения воздуха индексом загрязнения атмосферы (ИЗА) Единичные индексы Комплексные показатели.

#### **Вопросы к коллоквиуму № 2.**

1. Классификация отходов.
2. Классификация методов переработки ТБО, аэробное компостирование ТБО, комплексная переработка ТБО.
3. Складирование отходов на полигонах: схема размещения основных сооружений полигона, отечественный и зарубежный опыт;
4. Санитарное захоронение ТПБО, технологии рекультивации закрытых полигонов.
5. Механическая переработка твердых отходов.
6. Термические процессы обработки отходов: термообезвреживание, термическое кондиционирование, сушка, термохимическая обработка.
7. Термопереработка ТБО на мусоросжигательных заводах, очистка дымовых газов МСЗ
8. Утилизация отходов производства и потребления неорганических материалов
9. Утилизация отходов производства и потребления органических материалов
10. Утилизация оксидных и металлических отходов
11. Утилизация сточных вод

#### **Контрольная работа № 2 (Итоговая)**

1. Аэротенки и биологические пруды относятся к сооружениям, применяемым для ...
  - 1) Обеззараживания воды
  - 2) Биологической очистки сточных вод
  - 3) Биологической очистки газо-пылевых выбросов
  - 4) Механического удаления примесей из сточных вод
2. Для превращения токсичных газо- и парообразных примесей в безвредные или менее опасные для окружающей среды вещества применяют ...
  - 1) Каталитический метод
  - 2) Метод сухого пылеулавливания
  - 3) Метод мокрого пылеулавливания
  - 4) Биологические ветры
3. Современные технологии очистки питьевой воды от экологически опасных веществ (СПАВ, пестицидов, нефтепродуктов, хлорорганических и других соединений) основываются на использовании ...
  - 1) фильтрации через тканевые фильтры
  - 2) графитминеральных сорбентов
  - 3) фильтрации через песок и гравий
  - 4) фильтрации через торф и опилки
4. Принцип ионизации газопылевого потока для удаления частиц пыли размером до 0,01 мкм используется ...

- 1) В тканевых фильтрах
  - 2) При адсорбции
  - 3) В электрофильтрах
  - 4) При абсорбции
5. Наиболее эффективной, экологичной и современной технологией очистки почвы от загрязнения нефтью является ...
- 1) Агролесомелиорация
  - 2) Бактериальный препаратом «Путидойл»
  - 3) Термическое разрушение
  - 4) Удаление и захоронение почв
6. Нейтрализация и окисление вредных веществ в сточных водах путём введения в них специальных реагентов относятся к \_\_\_\_\_ методам.
- 1) Механическим
  - 2) Биологическим
  - 3) Физическим
  - 4) Химическим
7. Физико-химический метод удаления мелко дисперсных и коллоидных частиц из сточных вод, основанный на их соединении в крупные хлопья в присутствии флокулянтов с последующим осаждением, называется ...
- 1) адсорбцией
  - 2) дистилляцией
  - 3) коагуляцией
  - 4) пиролизом
8. Наиболее эффективно задерживают пыль и газовые выбросы лесополосы из ...
- 1) осины
  - 2) шиповника
  - 3) рябины
  - 4) вяза
9. Способ очистки от загрязнителей, основанный на прилипании одного вещества к поверхности другого называется ...
- 1) ионным обменом
  - 2) адсорбцией
  - 3) механическим захватом
  - 4) аккумуляцией
10. Степень соответствия характеристик окружающей среды потребностям людей и технологическим требованиям отражает.
- 1) качество окружающей природной среды
  - 2) уровень инженерной защиты окружающей среды
  - 3) полноту информации о состоянии окружающей среды
  - 4) экологическое состояние атмосферного воздуха
11. Ультрафиолетовая радиация (УФЛ) оказывает ингибирующее воздействие на фито- и зоопланктон, что может привести к ...
12. Принимать решения об ограничении, приостановлении и прекращении деятельности экологических вредных объектов (согласно Закону РФ «Об охране окружающей среды») имеют право ...
- 1) Должностные лица органов государственного экологического контроля
  - 2) Инспекторы производственного экологического контроля
  - 3) Эксперты общественной экологической экспертизы
  - 4) Эксперты общественного экологического контроля
13. Принцип «Каждый человек имеет право на жизнь в наиболее благоприятных экологических условиях» является одним из основных в ...
- 1) Международного совета по охране птиц
  - 2) Международном сотрудничестве в области охраны окружающей среды
  - 3) Деятельность Всемирного фонда дикой природы

- 4) «Всемирной Хартии Природы»
14. Принципы экологической экспертизы: оценка потенциальной экологической опасности, обязательность проведения, научная обоснованность выводов, независимость, вневедомственность, гласность – установлены ...
- 1) Законом РФ «Об экологической экспертизе»
  - 2) Основами законодательства РФ об охране здоровья
  - 3) Закон «О защите прав потребителей»
  - 4) Конституцией РФ
15. Природные экосистемы по сравнению с искусственными ...
- 1) Нуждаются в регуляции со стороны человека
  - 2) Менее устойчивы
  - 3) Не имеют механизмов защиты от внешних воздействий
  - 4) Более устойчивы
16. Раздел научных знаний, рассматривающий воздействие промышленности на природу и, наоборот, влияние условий природной среды на функционирование предприятий, называется \_\_\_\_\_ экологией.
- 1) Промысловой
  - 2) Медицинской
  - 3) Инженерной
  - 4) Социальной
17. Обращение с отходами производства и потребления в целях предотвращения их вредного воздействия на здоровье человека и окружающую среду регулирует ...
- 1) Основы законодательства РФ об охране здоровья
  - 2) Закон РФ «О недрах»
  - 3) Программы «отходы»
  - 4) Закон РФ «Об отходах в производстве и потреблении»
18. Проектная документация, новая техника и технологии, продукция, сырье являются объектами экологической(ого) ...
- 1) Мониторинга
  - 2) Страхования
  - 3) Экспертизы
  - 4) Аудита
19. основополагающим законом в системе экологического законодательства России является ...
- 1) Земельный кодекс РФ
  - 2) Закон РФ «Об экологической экспертизе»
  - 3) Закон РФ «Об охране окружающей среды»
  - 4) Закон РФ «Об охране атмосферного воздуха»
20. Порядок и условия перемещения радиоактивных и токсичных отходов через границы государств регулируется международным юридическим актом (принят ООН в 1989 г. и ратифицирован РФ в 1994 г.), который называется ...
- 1) Монреальским соглашением
  - 2) Вашингтонской конвенцией
  - 3) Базельской конвенцией
  - 4) Московским договором
21. Установление нормативов предельно допустимых вредных воздействий (ПДК) и платы за выбросы в атмосферу загрязняющих веществ – прерогатива Закона Российской Федерации ...
- 1) «Об отходах производства и потребления»
  - 2) «О радиационной безопасности населения»
  - 3) «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»
  - 4) «Об охране атмосферного воздуха»
22. Проводимая негосударственными организациями экспертиза, заключение которой имеет вид рекомендаций, называется ...
- 1) Юридической
  - 2) Экономической

- 3) Социальной
  - 4) Общественной
23. Система комплексной оценки всех возможных экологических и социальных – экономических последствий осуществление проектов, мероприятий, планов работ и их соответствие требованиям экологической безопасности общества называется экологической (им) ...
- 1) Экспертизой
  - 2) Правом
  - 3) Менеджментом
  - 4) Страхованием
24. Система повторяющихся наблюдений за отношение населения (общественного мнения) к экологическим проблемам называется ...
- 1) Эколога-аналитическим мониторингом
  - 2) Общественной экологической экспертизой
  - 3) Социально-гигиеническим мониторингом
  - 4) Социально-экологическим мониторингом
25. Специальное изучение хозяйственных проектов, объектов и процессов с целью подготовки мотивированного заключения об их соответствии экологическим требованиям, нормам и регламентам называется экологической (им) ...
- 1) аудитом
  - 2) паспортизацией
  - 3) экспертизой
  - 4) диагностикой
- 1) снижению первичной продуктивности Мирового океана
26. Нормативной базой для проведения экологической экспертизы являются ...
- 1) Тома ПДВ и ПДС
  - 2) Статистические документы
  - 3) Стандарты, нормативы, правила, регламенты

## 5. Учебно-методическое обеспечение и планирование самостоятельной работы обучающихся

Таблица 4

№	Темы	Формы СРС, включая требования к подготовке к занятиям
1.1	Промышленная экология как прикладная дисциплина	Работа с лекционным материалом. Опрос по планам практических занятий. Составление плана текста по теме «Основные технологические компоненты промышленного производства». К критериям оценивания относятся логичность, полнота, лаконичность ответов. Углубление и систематизация полученных знаний с использованием основной и дополнительной литературы.
1.2	Основные экологические проблемы и виды загрязнения	Работа с лекционным материалом. Подготовка к практической и лабораторной работам. Графическое изображение структуры текста по теме «Материальный и энергетический баланс» При оценивании учитывается объем изученных источников, полнота и глубина раскрытия темы.
1.3	Анализ природо-промышленных систем (ППС) и промышленной подсистемы ППС	Работа с лекционным материалом. Подготовка к практической и лабораторной работам. Конспектирование текста по теме «Замкнутые систем промышленного водоснабжения» Коллоквиум №1. При оценивании учитывается объем изученных источников, полнота и глубина раскрытия темы.

2.1	Основные методы очистки газовых выбросов	Работа с лекционным материалом. Подготовка к практической и лабораторной работам. Работа справочниками по теме «Основные промышленные методы очистки отходящих газов» При оценивании учитывается объем изученных источников, полнота и глубина раскрытия темы. Контрольная работа №.1.
2.2	Методы очистки сточных вод	Работа с лекционным материалом. Подготовка к практической и лабораторной работам. Составление схем «Оборудование для очистки от газо - и парообразных загрязнителей». При оценивании учитывается объем изученных источников, полнота и глубина раскрытия темы. Тема выбирается студентом из предложенных преподавателем. При оценивании реферата учитывается объем изученных источников, полнота и глубина раскрытия темы.
2.3	Замкнутые водооборотные и газооборотные циклы	Работа с лекционным материалом. Подготовка к практической и лабораторной работам. докладов по теме «Промышленная водоподготовка
3.1	Основные методы очистки жидких отходов	Работа с лекционным материалом. Подготовка к практической и лабораторной работам. Подготовка карточек по теме «Технологическая схема очистки сточных вод». Коллоквиум № 2. При оценивании учитывается объем изученных источников, полнота и глубина раскрытия темы.
3.2	Обезвреживание и захоронение токсичных отходов	Работа с лекционным материалом. Подготовка к практической и лабораторной работам. Оценивается правильность выполнения задания» Контрольная работа №2.
3.3	Переработка отходов	Работа с лекционным материалом. Подготовка к практической и лабораторной работам. Составление таблиц для систематизации учебного материала по теме «Выбор метода очистки» При оценивании учитывается объем изученных источников, полнота и глубина раскрытия темы. Вопросы к зачету

## **6. Промежуточная аттестация по дисциплине (модулю)**

### **6.1. Оценочные материалы для проведения промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

#### **Вопросы к зачету**

1. Ноосфера, техносфера и социосфера, как глобальные ГТС.
2. Промышленная экология цели и задачи.
3. Экологизированные ресурсосберегающие технологии, принципы развития малоотходных технологий
4. Физико-химические основы очистки и обезвреживания дымовых газов от оксидов азота
5. Очистка дымовых и топочных газов от диоксида серы
6. Очистка воздуха от газопылевых выбросов:
7. Сухие механические пылеуловители (циклоны, жалюзийные аппараты, инерционные пылеуловители, пылеосадительные камеры)
8. Аппараты мокрой очистки (скрубберы Вентури, аппараты ударно-инерционного действия, аппараты центробежного действия
9. Аппараты фильтрационной очистки;

10. Аппараты электрофильтрационной очистки
11. Оборудование для очистки от газо - и парообразных загрязнителей: аппараты абсорбционной очистки, аппараты адсорбционной очистки, аппараты термической нейтрализации.
12. Механические методы очистки и оборудование
13. Химические методы очистки и оборудование
14. Физико-химические методы очистки
15. Биологические и биохимические методы очистки
16. Формирование биоценозов активного ила очистных сооружений; оборудование: искусственные сооружения (аэротенки (вытеснители, смесители, отстойники), циркуляционные окислительные каналы, окситенки; биофильтры (аэробные и анаэробные); погружные биофильтры, биотенки, аэротенки с заполнителями) и естественные сооружения.

## 6.2 Критерии оценивания компетенций:

Таблица 5

Карта критериев оценивания компетенций

№ п/п	Код и наименование компетенции	Компонент (из паспорта компетенций)	Оценочные материалы	Критерии оценивания
1.	ПК-3 владением навыками эксплуатации очистных установок, очистных сооружений и полигонов и других производственных комплексов в области охраны окружающей среды и снижения уровня негативного воздействия хозяйственной деятельности	Знает методы и средства защиты человека и окружающей среды от антропогенного воздействия. Умеет объяснить выбор методов и средств использования экозащитного оборудования для снижения уровня негативного воздействия хозяйственной деятельности.	Опрос по планам лабораторных и практических занятий Кколлоквиум №1	1.Знает основные понятия, законы по курсу «Промышленная экология» (экозащитная техника и технологии). 2.Рааскрывает основные приемы эксплуатации очистных установок и других производственных комплексов в области охраны окружающей среды и снижения уровня негативного воздействия хозяйственной деятельности
2	ПК-5 способностью реализовывать технологические процессы по переработке, утилизации и захоронению твердых и жидких отходов; организовывать производство работ по рекультивации нарушенных земель, по восстановлению нарушенных агрогеосистем и созданию культурных ландшафтов	Знает характеристику выбросов конкретного производства и методы очистки или утилизации при реализации технологического процесса. Умеет демонстрировать знания технологических процессов по переработке, утилизации и захоронению твердых и жидких отходов, рекультивации нарушенных ландшафтов.	Защита реферата Опрос по планам лабораторных и практических занятий Коллоквиум № 2.	1.Знание методов защиты окружающей среды и возможности устранения и экологических последствий загрязнения; 2.Умение ориентироваться в вопросах утилизации промышленных и бытовых загрязнений среды 3.Рассматривать возможности рекультивации нарушенных земель, по восстановлению нарушенных

				агрогеосистем и созданию культурных ландшафтов материалами
3	ПК-6 способностью осуществлять мониторинг и контроль входных и выходных потоков для технологических процессов на производствах, контроль и обеспечение эффективности использования малоотходных технологий в производстве, применять ресурсосберегающие технологии	Умеет давать характеристики малоотходным технологиям в производстве, применять ресурсосберегающие технологии.	Защита реферата Опрос по планам лабораторных и практических занятий Контрольная работа № 3.	1. Умеет определять оптимальные способы производственной защиты от последствий хозяйственной деятельности; 2. Использует основы экологического мониторинга для контроля входных и выходных потоков для технологических процессов на производствах

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература:

Промышленная экология : учебное пособие / М. Г. Ясовеев, Э. В. Какарека, Н. С. Шевцова, О. В. Шершнев ; под ред. М. Г. Ясовеева. — Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2019. — 292 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-006692-9. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1029343> . – Режим доступа: по подписке.

### 7.2. Дополнительная литература:

1. Брюхань, Ф. Ф. Промышленная экология : учебник / Ф.Ф. Брюхань, М.В. Графкина, Е.Е. Сдобнякова. — Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2020. — 208 с. — (Среднее профессиональное образование). - ISBN 978-5-00091-698-8. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1099232> . – Режим доступа: по подписке.
2. Промышленная безопасность и производственный контроль: учебно-методическое пособие / Б Горина Л. Н., Фрезе Т. Ю.- Издательство: Тольятинский государственный университет, 2013. -154с.- <https://e.lanbook.com/book/140044> [Электронный ресурс]. Дата обращения 20.05 2020.

### 7.3. Интернет-ресурсы:

- Лань - <https://e.lanbook.com/>
- Знаниум - <https://znanium.com/>
- IPR BOOKS - <http://www.iprbookshop.ru/>
- eLIBRARY.RU - <https://www.elibrary.ru/>
- Межвузовская электронная библиотека (МЭБ) - <https://icdlib.nspu.ru/>
- Национальная электронная библиотека (НЭБ) - <https://rusneb.ru/>
- Ивис - <https://dlib.eastview.com/>
- Библиотека ТюмГУ - <https://library.utmn.ru/>

## 8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Платформа для электронного обучения Microsoft Teams.

Список лицензионного программного обеспечения, установленного в аудиториях: Autodesk 3ds Max 2018, Autodesk AutoCAD 2018, Embarcadero RAD Studio 2010, MatLab R2009a, Microsoft Office

2003, Microsoft Office 2007, Microsoft Office 2010, Microsoft Visual Studio 2012, Microsoft Visual Studio 2012 Expression, Microsoft Visual FoxPro 9.0, Microsoft SQL Server 2005, Windows, Dr. Web, Конструктор тестов 2.5 (Keepsoft), Adobe Design Premium CS4, Corel Draw Graphics Suite X5, Introduction to Robotics, LEGO MINDSTORMS Edu NXT 2.0, Robolab 2.9.

## **9. Технические средства и материально-техническое обеспечение дисциплины**

Для использования электронных изданий обучающиеся обеспечены рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет в соответствии с объемом изучаемых дисциплин. Доступ к сети Интернет имеют 100 % компьютерных рабочих мест.

Лекционная мультимедийная аудитория: компьютер «Pentium - 4», плазменный телевизор, документ-камера «AVerVision 300», имеется возможность дополнительного подключения аудиовизуальных средств.

Термометр СП-95

1. Спектрофотометр DR/2800 портативный
2. pH-метр-милливольтметр pH-410
3. Дозиметр ДРГ-0,1 -Т-1
4. Измеритель ТГЦ-МГ4 влажности и температуры воздуха цифровой 1.85.20.6222
5. Метеостанция Vantage Pro2. Davis instruments
6. GPS – навигаторы
7. Шумомер testo 816
8. Спиротест портативный УСПЦ-01
9. Прибор комбинированный «ТКМ-ПКМ» (пульсомер+люксметр)
10. Люксметр ТКА-ПК М + яркометр
11. Измеритель плотности теплового потока ИПП-2
12. FLUKE 561
13. Весы аналитические Pioneer-1