

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ  
Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»**

**Институт химии**

УТВЕРЖДАЮ

Директор института химии  
д.х.н., проф. Горячева И.Ю.

"04" 10 ХИМИИ 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины  
Промышленная экология**

Направление подготовки бакалавриата  
**11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника»**



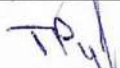
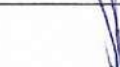
Профиль подготовки бакалавриата  
**Физика и технология твердотельных электронных микро- и наноструктур**

Квалификация (степень) выпускника

*Бакалавр*

Форма обучения  
очная

Саратов,  
2021

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Доронин Сергей Юрьевич		05.10.21
Председатель НМК	Крылатова Яна Георгиевна		05.10.21
Заведующий кафедрой	Русанова Татьяна Юрьевна		05.10.21
Специалист Учебного управления	Юшинова Ирина Владимировна		

## **1. Цели освоения дисциплины**

Целью освоения дисциплины «Промышленная экология» является формирование у слушателей компетенций, связанных с инженерно-экологическим мышлением, позволяющим понимать современные проблемы защиты окружающей среды, рационального природопользования и использовать их в работе.

Задачей изучения дисциплины «Промышленная экология» является ознакомление студентов с:

- современным предприятием и его ролью в загрязнении окружающей среды, технологией основных промышленных производств, характеристикой сырья, физико-химическими основами технологических процессов, технологическими схемами и оборудованием;
- видами загрязнений окружающей среды, характерными экологическими проблемами и путями их решения;
- иерархической организацией природно-промышленных систем, производственных и природных процессов, с критериями оценки эффективности производства и природоохранных мероприятий, общими закономерностями производственных процессов;
- природно-промышленными системами (ППС), их структурой и описанием, методами синтеза и анализа ППС, с сырьевой и энергетической подсистемами ППС;
- экологической стратегией и политикой развития производства, методами развития экологически чистого производства, создания принципиально новых и реконструкция существующих производств;
- методами комплексного использования сырьевых и энергетических ресурсов, создания замкнутых производственных циклов, замкнутых систем промышленного водоснабжения, комбинирования и кооперации производств;
- основными промышленными методами очистки отходящих газов, технологическими схемами очистки и применяемым оборудованием;
- основными промышленными методами очистки сточных вод, технологическими схемами очистки и применяемым оборудованием;
- основными промышленными методами переработки и использования отходов производства и потребления; методами ликвидации и захоронения опасных промышленных отходов;
- методами выбора технологий защиты окружающей среды.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата**

Дисциплина «Промышленная экология» входит в факультативную часть блока 1 (ФТД.В.01) «Дисциплины (модули)» ООП бакалавриата по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника». Она логически связана с содержанием таких дисциплин как «Математика», «Физика», «Введение в специальность». Базируясь на знаниях, полученных при освоении этих дисциплин, дисциплина «Промышленная экология», синтезируя и развивая их, способствует формированию у студентов научного инженерно-экологического мировоззрения.

### 3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
<p><b>УК-8:</b> Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций.</p>	<p><b>1.1_Б.УК-8.</b> Обеспечивает безопасные и/или комфортные условия труда на рабочем месте.</p> <p><b>2.1_Б.УК-8.</b> Выявляет и устраняет проблемы, связанные с нарушениями техники безопасности на рабочем месте.</p> <p><b>3.1_Б.УК-8.</b> Осуществляет действия по предотвращению возникновения чрезвычайных ситуаций (природного и техногенного происхождения) на рабочем месте.</p> <p><b>4.1_Б.УК-8.</b> Принимает участие в спасательных и неотложных аварийно-восстановительных мероприятиях в случае возникновения чрезвычайных ситуаций.</p>	<p><b><u>Знать:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- иерархическую организацию производства и природно-промышленных систем;</li> <li>- качественные и количественные характеристики сырья;</li> <li>- виды загрязнений окружающей среды, их качественные и количественные характеристики;</li> <li>- глобальные изменения в окружающей среде под воздействием промышленных загрязнений;</li> <li>- характерные экологические проблемы современного производства;</li> </ul> <p><b><u>Уметь:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценивать влияние изменений окружающей среды на здоровье человека и благополучие общества;</li> </ul> <p><b><u>Владеть:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основными методами и способами переработки отходов различного происхождения;</li> <li>- критериями оценки эффективности производства.</li> </ul>

### 4. Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 часа: из них 16 - лекционных и 56 – самостоятельных часов. Форма отчётности предусмотрена в виде зачета в 1 семестре. Предусмотрен реферат. Курсовая работа не предусмотрена.

### Тематический план учебной дисциплины

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практ. занятия	Практ.Пр. подготовка	Сам.ост работа	Всего	
1	Промышленная экология как наука. Основные понятия и определения.	3	1	2	-		6	8	Выборочный опрос
2	Распределение количества загрязнений по видам отраслей промышленности.	3	2	2	-		8	10	Выборочный опрос
3	Иерархическая организация процессов в природо-промышленных системах (ППС), биологических процессов как объектов воздействия промпредприятий. Структура ППС. Основы теории экологического реактора.	3	3	2	-		8	10	Выборочный опрос
4	Иерархическая организация производственно-технологических процессов и технологических процессов инженерной защиты ОС.	3	4	2	-		6	8	Выборочный опрос
5	Роль промышленных предприятий в загрязнении ОС. Виды вредных воздействий промышленной подсистемы на природную подсистему. Экоравновесие в природе.	3	5	2	-		8	10	Письменный опрос
6	Стратегия защиты окружающей среды	3	6	2	-		6	8	Выборочный опрос
7	Замкнутые системы промышленного водоснабжения.	3	7	2	-		6	8	Выборочный опрос
8	Методы защиты окружающей среды	3	8	2	-		8	10	Реферат
	Промежуточная аттестация								<b>Зачет</b>
ИТОГО:				16	-	0	56	72	

### Содержание лекционного курса

#### 1. «Промышленная экология» как наука.

Объект и предмет промышленной экологии, ее цели и практическая направленность. Основные понятия и определения. Распределение количества загрязнений по видам отраслей промышленности. Систематизация основных направлений охраны природной среды от загрязнений в условиях современного индустриального развития общества; классификация инженерных задач охраны природной среды от промышленных загрязнений.

## **2. Иерархическая организация процессов в природно-промышленных системах**

2.1 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. Элементы ППС, их классификация по виду и назначению (гидромеханические, массообменные, тепловые, химические, биохимические, элементы управления, многофункциональные элементы).

2.2 Основы теории экологического реактора. Понятие экологического реактора (ЭР). Теория химических реакторов как основа научного подхода к исследованию химико-технологических и экологических объектов; аналогия экологических объектов и химических, биохимических и биоинженерных реакторов.

2.3 Иерархическая организация биологических процессов как объектов воздействия промышленных предприятий (природная подсистема ППС). Понятие о природной подсистеме ППС. Уровни интеграции природных подсистем (биосистемы иерархических уровней). Стабильность и равновесие экосистем; сукцессии. Абиотические компоненты природной подсистемы ППС: атмосфера, гидросфера, почва.

2.4 Иерархическая организация производственно-технологических процессов и технологических процессов инженерной защиты окружающей среды (промышленная подсистема ППС). Понятие о промышленном производстве как о промышленной подсистеме ППС. 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.

2.5 Критерии оценки эффективности производства и природоохранных мероприятий. Качественные и количественные критерии оценки эффективности промышленного производства и природоохранных мероприятий: технологические (степень превращения сырья, селективность процесса, выход продукта по сырью, расходные коэффициенты по сырью и энергии), экономические (производительность, мощность, себестоимость продукта, приведенные затраты, удельные капитальные затраты, производительность труда), эксплуатационные (надежность и безопасность функционирования, управляемость), социальные, природоохранные (экологическая чистота производства, индексы загрязнений).

2.6 Общие закономерности промышленных и природных процессов в ППС. Понятие о единстве физических, химических и биологических процессов и закономерностей в природной и промышленной подсистемах ППС.

2.7 Сырьевая составляющая промышленной подсистемы ППС. Характеристика и классификация сырья и вспомогательных материалов по происхождению, агрегатному состоянию, химической природе. Возобновляемые и невозобновляемые источники сырья. 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. 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).

2.8. Энергетическая составляющая промышленной подсистемы ППС. 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. Рациональное использование энергии. Способы энерготехнологического комбинирования в промышленных процессах и процессах очистки, использование энергетического потенциала сырья и тепла экзотермических реакций. 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).

### ***3. Роль промышленных предприятий в загрязнении окружающей среды.***

3.1 Виды вредных воздействий промышленной подсистемы на природную подсистему ППС. Экологическое равновесие в природе. Влияние производственной деятельности человека на окружающую среду (природную подсистему ППС). Понятие вредного воздействия (загрязнения), примеси. Классификация вредных воздействий: в зависимости от агрегатного состояния, природы возникновения и существования, способа воздействия на природную подсистему ППС (организованные, неорганизованные), плотности выброса, периода воздействия на природную подсистему ППС и др. Влияние вредных воздействий на природу.

3.2 Вредные воздействия на природную подсистему ППС от определенных видов промышленных производств. Источники загрязнения атмосферы. Характеристика типовых источников загрязнения атмосферы, условия образования, количество и состав отходящих газов в теплоэнергетике, металлургической промышленности и др. Характеристика типовых источников загрязнения литосферы, условия образования, количество и состав твердых отходов.

### ***4. Стратегия защиты окружающей среды.***

4.1 Экологическая стратегия и политика развития производства. Экологическая стратегия и политика развития производства; развитие экологически чи-

стого производства, создание принципиально новых и реконструкция существующих производств; комплексное использование сырьевых и энергетических ресурсов; создание замкнутых производственных циклов; комбинирование и кооперация производств. Малоотходные технологии: определение, назначение, принципы создания. Стратегия утилизации и переработки отходов: основные этапы (анализ окружающей среды как системы, выявление неблагоприятных воздействий и степени их влияния на компоненты окружающей среды в зависимости от различных показателей, анализ потоков веществ, анализ потоков энергии, определение необходимой степени утилизации и переработки загрязнений, выбор методов утилизации и переработки загрязнений, расчет методов утилизации и переработки загрязнений, реализация процессов переработки и утилизации отходов, проведение текущего контроля за состоянием процесса очистки).

4.2 Замкнутые системы промышленного водоснабжения. Системы оборотного водоснабжения (СОВ): понятие, виды СОВ, показатели эффективности функционирования СОВ. Замкнутые системы водного хозяйства (ЗСВХ): ЗСВХ промышленных предприятий, ЗСВХ территориально-промышленного комплекса. Нормы проектирования СОВ: общие указания, баланс воды в системах, требования к качеству оборотной воды, борьба с цветением воды и биологическим обрастанием в СОВ, предотвращение карбонатных отложений в СОВ, предотвращение коррозии в СОВ. Охлаждение оборотной воды.

4.3 Определение необходимой степени очистки сточных вод. Требования к загрязнению, поступающим на очистные сооружения и в канализацию. Нормативы качества воздуха, воды и почвы после сброса переработанных отходов. Определение необходимой степени очистки сточных вод (по содержанию взвешенных веществ, по биохимической потребности в кислороде, по температуре, по цветности, по запаху, по привкусу и т.д.).

### **5. Методы защиты окружающей среды.**

5.1 Основные промышленные методы очистки отходящих газов. Классификация методов очистки газов. Механическая очистка газов: классификация и характеристики пылеуловителей и туманоуловителей основных типов, методы расчета эффективности механической очистки газовых выбросов в различных аппаратах механической газоочистки (пылеосадительные камеры, жалюзийные аппараты, циклоны, групповые циклоны, центробежные ротационные пылеотделители, вихревые пылеуловители). Очистка газов в мокрых пылеуловителях: принципы очистки, классификация мокрых пылеуловителей, методы расчета эффективности очистки (полые газопромыватели, тарельчатые барботажные и пенные газопромыватели, скрубберы Вен-тури). Очистка газов в электрофильтрах: принципы очистки, методы расчета эффективности очистки. Очистка газов в фильтрах: принципы очистки, методы расчета эффективности очистки. Улавливание туманов. Рекуперация пылей в механических пылеуловителях, классификация основных методов рекуперации пылей (использование пыли в качестве целевого продукта; возврат пыли в производство, в технологии которого происходит образование данного вида пыли; утилизация пыли, уловленной в одном производстве, в качестве сырья для другого производства). Сорб-

ционная очистка газов, определение сорбции. Абсорбционная очистка газов: принципы очистки, расчет эффективности абсорбционной очистки. Адсорбционная очистка газов: принципы очистки, расчет эффективности адсорбционной очистки. Каталитическая очистка газов: принципы очистки, расчет эффективности каталитической очистки. Термическая очистка газов: принципы очистки, расчет эффективности термической очистки. Основные технологические схемы газоочистки.

5.2 Основные промышленные методы переработки и утилизации твердых отходов. Переработка твердых отходов промышленности. Классификация твердых отходов промышленности. Ликвидация твердых отходов промышленности: сжигание, деградация (биодеградация, фотодegradация). Методы захоронения опасных твердых промышленных отходов. Основные технологические схемы переработки, использования и ликвидации твердых отходов производства и потребления.

5.3 Основные промышленные методы очистки сточных вод, их классификация. Механическая очистка сточных вод: процеживание, отстаивание (песколовки, отстойники, осветлители), удаление всплывающих примесей, фильтрование (фильтры с фильтрующими перегородками, фильтры с фильтрующим зернистым слоем, микрофильтры, магнитные фильтры, фильтры для эмульгированных частиц), физико-химическая очистка сточных вод (коагуляция, электрокоагуляция и флокуляция, флотация). Адсорбция. Биохимическая очистка.

5.4 Выбор методов утилизации и переработки загрязнений. Области применения и показатели работы аппаратов очистки газовых выбросов, сточных вод и твердых отходов (сводные таблицы). Технико-экономический выбор оптимального варианта очистки от загрязнений.

## **5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины**

В преподавании дисциплины «Промышленная экология» используются следующие образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии;
- проблемное обучение;
- дискуссии на заданную тему.

Лекционные занятия проводятся в основном в традиционной форме. При проведении части лекционных занятий используется ПК и мультимедийный проектор. На лекционных занятиях проводятся экспресс - опросы по пройденному материалу и дискуссии на тему, предложенную для самостоятельной проработки.

Часть лекций происходит в форме лекции-беседы, позволяющей привлечь внимание студентов к наиболее важным вопросам темы и определяющей темп изложения учебного материала с учетом особенностей студентов.

Методы обучения, применяемые при изучении дисциплины, способствуют закреплению и совершенствованию знаний, овладению умениями и получению навыков в обеспечения экологической безопасности на предприятиях, сохранения здоровья трудового коллектива. Содержание учебного материала диктует выбор методов обучения:



- информационно-развивающие – лекция, объяснение, демонстрация, решение задач, самостоятельная работа с рекомендуемой литературой;
- проблемно-поисковые и исследовательские – самостоятельная проработка предлагаемых проблемных вопросов по дисциплине.

*Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья* предоставляется возможность дистанционного освоения её теоретической части дисциплины путем распространения текста лекций, заданий и их контроля через интернет, а также индивидуальных консультаций с применением как электронной почты, так и визуального общения с использованием «Скайп».

#### **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов, оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Самостоятельная работа студентов в объеме 36 часов по дисциплине «Промышленная экология» проводится в течение всего периода изучения дисциплины и заключается в чтении и изучении литературы, подготовке к лекциям, в выполнении заданий лектора.

Самостоятельная работа студентов подразумевает работу под руководством преподавателей (консультации и помощь в написании рефератов и при выполнении домашних заданий) и индивидуальную работу студента в компьютерном классе или библиотеке.

##### Рекомендуется:

- для качественного усвоения материала лекций разбирать вопросы, изложенные в каждой очередной лекции, до следующей, по непонятым деталям консультироваться у лектора, читать соответствующую литературу;
- при подготовке к семинарским занятиям пользоваться рекомендациями преподавателя, ведущего семинары, готовить краткий конспект по вопросам темы, изучать рекомендуемую основную и дополнительную литературу;
- задания, которые даются лектором во время лекции по отдельным вопросам, обязательны для выполнения, и качество их выполнения будет проверяться во время зачета.

#### **Вопросы для самоконтроля при выполнении самостоятельной работы**

1. Что является объектом и предметом промышленной экологии? Каковы ее цели и практическая направленность?
2. Как распределяются загрязнения по видам отраслей промышленности? Их виды?
3. Как организованы процессы в природо-промышленных системах?
4. Какова классификация ППС по виду и назначению?
5. Основы теории экологического реактора. Понятие экологического реактора (ЭР).
6. Приведите иерархическую организацию производственно-технологических и биологических процессов.
7. Какова технологическая структура промышленного производства?
8. Каковы общие функции промышленного производства?

9. Какие качественные и количественные критерии оценки эффективности производства и природоохранных мероприятий Вам известны?
10. Опишите сырьевую составляющую промышленной подсистемы ППС.
11. Приведите классификацию сырья и вспомогательных материалов по происхождению, агрегатному состоянию, химической природе.
12. Приведите примеры возобновляемых и невозобновляемых источников сырья.
13. Охарактеризуйте воду как сырье и вспомогательный компонент промышленных процессов и процессов очистки.
14. Приведите требования, предъявляемые к качеству воды.
15. Какова роль промышленных предприятий в загрязнении окружающей среды?.
16. Охарактеризуйте понятие экологического равновесия в природе.
17. Перечислите основные источники загрязнения атмосферы.
18. Дайте характеристику типовых источников загрязнения гидросферы, условия образования, количество и состав сточных вод основной химической промышленности.
19. Приведите примеры типовых источников загрязнения литосферы, условия образования, количество и состав твердых отходов.
20. Какие нормативы качества воздуха, воды и почвы после сброса переработанных отходов Вам известны?
21. Сформулируйте принципы очистки газовых выбросов при помощи пылеуловителей.
22. Как перерабатывают и утилизируют твердые отходы производств?
23. Какие способы очистки сточных вод Вам известны?.
24. Обоснуйте выбор методов утилизации и переработки загрязнений.

### **Примерный перечень предлагаемых тем рефератов:**

1. Систематизация основных направлений охраны природной среды от загрязнений в условиях современного индустриального развития общества.
2. Возобновляемые и невозобновляемые источники сырья. Отходы производства как источник вторичных материальных ресурсов.
3. Нормативы качества воздуха, воды и почвы после сброса переработанных отходов.
4. Источники загрязнения атмосферы.
5. Основные промышленные методы очистки отходящих газов. Классификация методов очистки газов.
6. Характеристика типовых источников загрязнения гидросферы
7. Очистка сточных вод методом пенной флотации и обратного осмоса.
8. Сорбционная очистка сточных вод, содержащих органические примеси.
9. Ионообменная очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов.
10. Обезвреживание сточных вод методом озонирования.

**Вопросы для проведения промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины (в форме зачета)**

1. Промышленная экология как наука. Объект и предмет промышленной экологии, ее цели и практическая направленность. Основные понятия и определения.

2. Распределение количества загрязнений по видам отраслей промышленности. Систематизация основных направлений охраны природной среды от загрязнений в условиях современного индустриального развития общества.

3. Классификация инженерных задач охраны природной среды от промышленных загрязнений.

4. Иерархическая организация процессов в природо-промышленных системах. Структура природо-промышленных систем, их классификация по виду и назначению (гидромеханические, массообменные, тепловые, химические, биохимические, элементы управления, многофункциональные элементы).

5. Основы теории экологического реактора.

6. Общая технологическая структура промышленного производства (производство, хранение сырья и продукции, транспортирование сырья и продукции, системы контроля и безопасности).

7. Общие функции промышленного производства (производство продуктов, экономное использование сырья, материалов и энергии, экологическая безвредность, социальное совершенство).

8. Критерии (качественные и количественные) оценки эффективности производства и природоохранных мероприятий.

9. Общие закономерности промышленных и природных процессов в ППС. Понятие о единстве физических, химических и биологических процессов и закономерностей в природной и промышленной подсистемах ППС.

10. Описание природо-промышленных систем. Виды математических моделей: описательная (химическая, описательная, функциональная схема, диаграммы потоков), графические (технологическая, структурная, операторная, графологическая), математическая (системы уравнений).

11. Анализ природо-промышленных и биотической подсистемы ППС.

12. Синтез природо-промышленных систем (ППС). Понятие и задачи синтеза (построения) ППС.

13. Сырьевая составляющая промышленной подсистемы ППС. Характеристика и классификация сырья и вспомогательных материалов по происхождению, агрегатному состоянию, химической природе.

14. Возобновляемые и невозобновляемые источники сырья. Отходы производства как источник вторичных материальных ресурсов. Перспективные и альтернативные источники сырья.

15. 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).

16. Энергетическая составляющая промышленной подсистемы ППС. Потребление энергии и энергоснабжение в промышленных процессах и процессах

очистки. Общая характеристика и классификация энергетических ресурсов в промышленной подсистеме ППС.

17. Роль промышленных предприятий в загрязнении окружающей среды. Виды вредных воздействий промышленной подсистемы на природную подсистему ППС. Экологическое равновесие в природе.

18. Вредные воздействия на природную подсистему ППС от определенных видов промышленных производств. Источники загрязнения атмосферы.

19. Характеристика типовых источников загрязнения гидросферы, условия образования, количество и состав сточных вод основной химической промышленности.

20. Характеристика типовых источников загрязнения литосферы, условия образования, количество и состав твердых отходов.

21. Стратегия защиты окружающей среды. Экологическая стратегия и политика развития производства.

22. Замкнутые системы промышленного водоснабжения. Системы оборотного водоснабжения (СОВ): понятие, виды СОВ, показатели эффективности функционирования СОВ.

23. Определение необходимой степени очистки сточных вод. Требования к загрязнениям, поступающим на очистные сооружения и в канализацию.

24. Нормативы качества воздуха, воды и почвы после сброса переработанных отходов.

25. Методы защиты окружающей среды. Основные промышленные методы очистки отходящих газов. Классификация методов очистки газов.

26. Механическая очистка газов: классификация и характеристики пылеуловителей и туманоуловителей основных типов.

27. Очистка газов. Принципы очистки, классификация пылеуловителей, методы расчета эффективности очистки.

28. Основные промышленные методы переработки и утилизации твердых отходов. Классификация твердых отходов промышленности.

29. Основные промышленные методы очистки сточных вод. Классификация основных методов обезвреживания сточных вод.

30. Выбор методов утилизации и переработки загрязнений. Области применения и показатели работы аппаратов очистки газовых выбросов, сточных вод и твердых отходов (сводные таблицы). Технико-экономический выбор оптимального варианта очистки от загрязнений.

## 1. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС.

Таблица 1.1 Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого

3	32	0	0	18	0	15	35	100
---	----	---	---	----	---	----	----	-----

**Программа оценивания учебной деятельности студента  
3 семестр**

*Лекции:* 0-32 балла (оценивается посещаемость: 2 балла – 1 лекция).

*Лабораторные занятия – не предусмотрены*

*Практические занятия: не предусмотрены*

*Самостоятельная работа:* 0-18 баллов (оценивается поисковая работа бакалавров на заданную тему – максимум 15 баллов и устное сообщение – максимум – 3 балла).

*Автоматизированное тестирование – не предусмотрено*

*Другие виды учебной деятельности (контрольная работа) – от 0 до 15 баллов*

*Промежуточная аттестация – зачет – от 0 до 35 баллов*

Промежуточная аттестация проводится в виде устного опроса:  
ответ на «отлично» / «зачтено» оценивается от 29 до 35 баллов;  
ответ на «хорошо» / «зачтено» оценивается от 20 до 28 баллов;  
ответ на «удовлетворительно» / «зачтено» оценивается от 10 до 19 баллов;  
ответ на «неудовлетворительно» / «не зачтено» оценивается от 0 до 9 баллов.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 3 семестр по дисциплине «Промышленная экология» составляет **100** баллов.

Таблица 1.2. Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине «Промышленная экология» в итоговую форму отчетности (зачет):

<b>0 – 59 баллов</b>	<b>«не зачтено»</b>
<b>60 -100 баллов</b>	<b>«зачтено»</b>

**Иновационная компонента**

Подготовка лекционного курса по дисциплине «Промышленная экология» с демонстрацией на Multi Media.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) литература:

1. Ларионов Н.М., Рябышенков А.С. Промышленная экология. Учебник для бакалавров. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Издательство Юрайт, 2019. - 382 с. ISBN 978-5-534-07526-7. Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru>.

2. Латышенко, К. П. Мониторинг загрязнения окружающей среды : учебник и практикум для среднего профессионального образования / К. П. Латышенко. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 375 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-01404-4. — С. 222 — 259 — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru>.

3. В. Г. Калыгин Промышленная экология [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов / В. Г. Калыгин. - 4-е изд., перераб. - Москва : Изд. центр "Академия", 2010. – 431 с. ISBN 978-5-7695-5189-5.

4. Акинин Н.И. Промышленная экология. Принципы, подходы, технические решения. М.: Интеллект, 2011 г. – 310 с. ISBN 978-5-91559-073-0.

### б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

программный комплекс Microsoft Word, The Unscrambler, интернет-сайты ведущих научных издательств [www.science-direct.com](http://www.science-direct.com), [www.springer.com](http://www.springer.com), [www.rsc.org](http://www.rsc.org), <http://pubs.acs.org>

## 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для чтения лекций.
2. Мультимедийный проектор.
3. Оверхед-проектор и прозрачные пленки.
4. Интернет-ресурсы.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» и профилю «Микро- и наноэлектроника, диагностика нано- и биомедицинских объектов».

Автор,  
профессор кафедры аналитической  
химии и химической экологии  
Института химии СГУ, д.х.н.

\_\_\_\_\_ Доронин С.Ю.

Программа одобрена на заседании кафедры аналитической химии и химической экологии от 20 мая 2019 года, протокол № 11.

## 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### а) литература:

1. В. Г. Калыгин Промышленная экология [Текст] : учеб. пособие для студентов вузов / В. Г. Калыгин. - 4-е изд., перераб. - Москва : Изд. центр "Академия", 2010. – 431 с. ISBN 978-5-7695-5189-5.

2. Ларионов Н.М., Рябышенков А.С. Промышленная экология. Учебник для бакалавров. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Издательство Юрайт, 2012. - 495 с. ISBN 978-5-534-07526-7.

3. Акинин Н.И. Промышленная экология. Принципы, подходы, технические решения. М.: Интеллект, 2011 г. – 310 с. ISBN 978-5-91559-073-0.

### б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

программный комплекс Microsoft Word, The Unscrambler, интернет-сайты ведущих научных издательств [www.science-direct.com](http://www.science-direct.com), [www.springer.com](http://www.springer.com), [www.rsc.org](http://www.rsc.org), <http://pubs.acs.org>