

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 11.01.2024 11:49:47
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной и
методической работе
_____ Б.В.Пекаревский
« 14 » декабря 2016г.

Рабочая программа дисциплины
Процессы и аппараты защиты атмосферы

Направление подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность программы бакалавриата
Инженерная защита окружающей среды

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
Заочная

Факультет **инженерно-технологический**
Кафедра **инженерной защиты окружающей среды**

Санкт-Петербург
2016

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Разработчики		Доцент Редин В.И.

Рабочая программа дисциплины «**Процессы и аппараты защиты атмосферы**»
обсуждена на заседании кафедры **Инженерной защиты окружающей среды**

протокол от «21» 11.2016 № 3
Заведующий кафедрой

Г.К.Ивахнюк

Одобрено учебно-методической комиссией инженерно-технологического факультета
протокол от «12» 12.2016 № 4

Председатель

В.В.Прояев

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ООП «Техносферная безопасность»		доцент Т.В. Украинцева
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И.Богданова
Начальник УМУ		С.Н.Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	07
3. Объем дисциплины	08
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	08
4.2. Занятия лекционного типа	09
4.3. Занятия семинарского типа	14
4.3.1. Семинары, практические занятия	14
4.3.2. Лабораторные занятия	17
4.4. Самостоятельная работа	17
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	21
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	21
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	22
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	23
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	24
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	
10.1. Информационные технологии	24
10.2. Программное обеспечение	24
10.3. Информационные справочные системы	25
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	25
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	25

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

1.Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине: «Процессы и аппараты защиты атмосферы»

<i>Коды компетенции</i>	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-1	Способность принимать участие в инженерных разработках среднего уровня сложности в составе коллектива.	<p>Знать: основы проектирования природоохранных объектов, основные требования к технологиям и оборудованию основные, основные нормативно-правовые акты регламентирующие экологическую безопасность</p> <p>Уметь: использовать доступную техническую и технологическую информацию для решения задач промышленной и экологической безопасности.</p> <p>Владеть: способностью выполнять сложные инженерно-технические разработки в области техносферной безопасности способами сохранения здоровья в процессе трудовой деятельности</p>
ПК-3	Способность оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемой техники	<p>Знать: основные проблемы в технологических процессах и производствах; правовые и нормативно-технические документы, основы безопасности производственных процессов и устойчивости производств в чрезвычайных ситуациях.</p> <p>Уметь: прогнозировать, определять зоны повышенного техногенного риска и зоны повышенного загрязнения</p> <p>Владеть: методами повышения безопасности технических средств и технологических процессов способностью оптимизировать</p>

<i>Коды компетенции</i>	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
		методами и способами обеспечения безопасности человека .

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-17	Способность определять опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска..	<p>Знать: научные и организационные основы безопасности производственных процессов и устойчивости производств в чрезвычайных ситуациях; теоретические основы обеспечения безопасности жизнедеятельности, методы и средства компьютерной графики; возможные источники негативного воздействия на персонал на промышленных объектах;</p> <p>Уметь: обосновывать расчетами инженерно-технические решения по обеспечению безопасности технологии производств прогнозировать аварии и катастрофы. пользоваться современными приборами контроля производственной среды</p> <p>Владеть: способностью определять нормативные уровни допустимых негативных воздействий на человека и окружающую среду, законодательными и правовыми актами в области безопасности и охраны окружающей среды.</p>
ПК-18	Готовность осуществлять проверки безопасного состояния объектов различного назначения, участвовать в экспертизах их безопасности, регламентированных действующим законодательством. РФ.	<p>Знать: Нормативную базу по определению уровней негативных воздействий на человека и окружающую среду, ориентироваться в</p>

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
		<p>основных проблемах опасностей в технологических процессах и производствах</p> <p>Уметь: определять актуальность возникающих проблем; сформулировать требуемые задачи, пользоваться современными приборами контроля производственной среды; анализировать полученные результаты; моделировать процессы в производственной среде,</p> <p>Владеть: методами проведения обследования и оценки экологической деятельности производства и разработки рекомендаций и предложений, направленных на ее совершенствование; навыками проведения измерений вредных и опасных производственных факторов; методами обработки полученных результатов, составления прогнозов возможного развития ситуации;</p>

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части (Б1.В.ДВ.09.02) и изучается на 5 курсе.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Математика», «Физика», «Общая и неорганическая химия», «Органическая химия». «Математика», "Промышленная экология", «Теоретические основы защиты окружающей среды»

Компетенции, освоенные на промежуточном этапе при изучении данной дисциплины будут развиваться далее в дисциплинах: «Оценка воздействия предприятия на окружающую среду», «Основы проектирование природоохранных объектов», производственной практике, выполнении курсовых работ и ГИА, а знания умения и навыки будут использованы при изучении дисциплины «Методы и приборы контроля окружающей среды».

3 Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Заочная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	8/ 288
Контактная работа с преподавателем:	38
занятия лекционного типа	12
занятия семинарского типа, в т.ч.	26
семинары, практические занятия	10
лабораторные работы	16
курсовое проектирование (КР ,КП)	КР,КП
КСР	
другие виды контактной работы	
Самостоятельная работа	237
Контрольные работы	Кр3
Форма текущего контроля	
Форма промежуточной аттестации (КР, КП , зачет, экзамен)	КР,КП,зачет, экзамен(13)

4 Содержание дисциплины

4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. Часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1.	Введение	0,5	-	-	2	ПК-1,ПК-3,
2.	Источники загрязнения окружающей среды	0,5	1		25	ПК-1,ПК-3,ПК-17,ПК-

						18
3.	Выбор схемы и разработка технологии очистки выбрасываемых предприятием газов, оценка эффективности	2	2		35	ПК-1,ПК-3,ПК-17,ПК-18
4.	Обзор методов расчета загрязнения атмосферы	2	1		25	ПК-1,ПК-3,ПК-17,ПК-18
5.	Очистка газовых потоков от пыли	2	2	4	40	ПК-1,ПК-3,ПК-17,ПК-18
6.	Каталитическая и термическая очистка газов	1	1		20	ПК-1,ПК-3,ПК-17,ПК-18
7.	Абсорбционные методы очистки газов	1	1	4	30	ПК-1, ПК-3,ПК-17,ПК-18
8.	Адсорбционные методы очистки газов	2	1	8	40	
9.	Рассеивание газовых выбросов в атмосфере	1	1		20	

4.2 Занятия лекционного типа

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Введение.</u> Краткий исторический очерк процессов и аппаратов, используемых для защиты атмосферы. Классификация основных процессов, применяемых для очистки атмосферного воздуха,	0,5	Слайд-презентации

№ раздела дисципли ны	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновацион ная форма
2	<p>Источники загрязнения окружающей среды Основные источники загрязнения атмосферного воздуха, Характеристика качества атмосферного воздуха, методы и средства контроля. Показатели качества воздуха. Значение этих показателей для выбора схемы очистки. Методы и средства экологического контроля. Химические, физико-химические, физические методы анализа. Правила отбора проб.</p>	0,5	Слайд-презентации
3	<p>Выбор схемы и разработка технологии очистки выбросных газов предприятия, оценка эффективности Санитарные и технологические требования, предъявляемые к качеству очищенных газов с учетом дальнейшего их использования или сброса в атмосферу. Объемы образующихся газов. Периодичность образования. Основные загрязнители. Наличие у предприятия необходимых энергетических и материальных ресурсов (пар, топливо, электроэнергия, реагенты, сорбенты), а также необходимой площади для размещения установок. Эффективность процессов обезвреживания и факторы, влияющие на степень очистки</p>	2	Слайд-презентации

№ раздела дисципли ны	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновацион ная форма
4	<p>Основные методы расчета загрязнения атмосферы</p> <p>Основные параметры, учитываемые при расчете концентрации вредных веществ в приземном слое. Приближенные способы расчета C_m для нескольких точечных близкорасположенных источников. Реальные факторы, искажающие теоретические расчеты C_m. Основы расчета загрязнений из низких источников. Определение предельно допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу.</p> <p>Современные тенденции в определении ПДВ. Экономический фактор и уменьшение валовых выбросов. Технические возможности предприятий по защите приземного слоя атмосферы. Регулирование выбросов в атмосферу в зависимости от метеоусловий. Защита атмосферы населенных мест планировочными решениями.</p>	2	Слайд-презентации

№ раздела дисципли ны	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновацион ная форма
5	<p>Очистка газовых потоков от пыли Подготовка газов к очистке и регулирование их основных параметров. Технико-экономическая оценка пылеулавливающих устройств. Удельные затраты на пылеочистку и относительная стоимость очистки. Оборудование пылеулавливающее. Классификация по ГОСТ 12.2.043-80..Общие сведения о пылеулавливающей аппаратуре: пылесадительные камеры, циклоны, скрубберы, пенные аппараты.</p> <p>Оценка возможности замены сухой очистки на мокрую. агломерации и их двухстадийная очистка. Аспирационные выбросы. Замена рукавных фильтров на очистку газов циклоном. Последствия недогрузки системы очистки газов.</p> <p>Очистка ГПС от частиц с выраженными адгезионными свойствами. Принцип работы тканевого фильтра типа “Вибрер” с обратной продувкой. Пути улучшения работы пылеуловителей для слипающихся пылей. Очистка газов от гигроскопичных пылей. Очистка газов от пылей разной дисперсности и свойств. Влияние очередности установки различных пылеуловителей на эффективность очистки ГПС. Очистка ГПС сжиганием отходящих газов.</p> <p>Необходимость очистки приточного и рециркуляционного воздуха.</p>	2	Слайд-презентации
6	<p>Каталитическая и термическая очистка газов Катализаторы, виды форма выпуска, общие свойства. Особенности каталитического метода очистки газов. Очистка газовых сбросов от СО. Высокотемпературное обезвреживание газов. Преимущества и недостатки метода. Аппаратурное оформление.</p>	1	Слайд-презентации

№ раздела дисципли ны	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновацион ная форма
7	<p>Абсорбционные методы очистки газов Абсорбция. Общие принципы. Очистка газов от диоксида серы. Известково-известняковые методы очистки газовых выбросов от SO₂, химия процесса. Безрекуперационный вариант известкового метода очистки газов от SO₂. Схемы с окислением сульфита кальция. Одноступенчатая схема. Двухступенчатая схема с окислением сульфита кальция. Недостатки данных методов. Очистка газовых выбросов от SO₂ на установке с рециркуляцией хлористого кальция и муравьиной кислоты. Использование щелочных вод и технических стоков для абсорбции SO₂. Магнетитовый метод улавливания SO₂. Цинковый и содовый методы. Поглощение органических паров.</p>	1	Слайд-презентации
8.	<p>Адсорбционные методы очистки газов Адсорбенты, их основные характеристики, и возможности применения. Регенерация сорбентов. Общие проблемы сорбционной очистки газов. Рекуперация паров органических растворителей. Защита атмосферы от выбросов CS₂. Очистка газовых выбросов от фтора. Защита атмосферы от выбросов ртути модифицированным АУ и пиролюзитом. Адсорбционная очистка газов от SO₂ методы Хитачи и Лурги.</p>	2	Слайд-презентации
9.	<p>Рассеивание газовых выбросов в атмосфере Турбулентность воздушной среды. Течение воздуха в приземном слое. Огибание узких и широких препятствий. Общие представления о течении газовой струи в турбулентной среде. Аэродинамика несплошных препятствий. Живое сечение преграды. Определение скорости проникания. Схема распределения скоростей потока для несплошных препятствий.</p> <p>Влияние атмосферных потоков на высокие и низкие источники выброса. Понятие об эффективной высоте выброса. Низкие затененные источники 1-ой и 2-ой групп. Температурные режимы, периодичность работы и степени централизации источников выброса.</p>	1	Слайд-презентации

4.3 Занятия семинарского типа

4.3.1. Семинары, практические занятия

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Основные источники загрязнения атмосферного воздуха, их классификация.	-	
2	Характеристика качества воздуха, методы и средства контроля. Характеристика качества атмосферного воздуха, методы и средства контроля. Показатели качества воздуха. Значение этих показателей для выбора схемы очистки. Методы и средства экологического контроля. Химические, физико-химические, физические методы анализа.	1	Групповая дискуссия
3	Выбор схемы и разработка технологии очистки выбросных газов предприятия, оценка эффективности Санитарные и технологические требования, предъявляемые к качеству очищенных газов с учетом дальнейшего их использования или сброса в атмосферу. Объемы образующихся газов. Периодичность образования. Основные загрязнители. Наличие у предприятия необходимых энергетических и материальных ресурсов, также необходимой площади для размещения установок. Эффективность процессов обезвреживания и факторы, влияющие на степень очистки	2	Групповая дискуссия
4	Основные методы расчета загрязнения атмосферы. Основные параметры, учитываемые при расчете концентрации вредных веществ в приземном слое. Приближенные способы расчета C_m для нескольких точечных близкорасположенных источников. Реальные факторы, искажающие теоретические расчеты C_m . Основы расчета загрязнений из низких источников. Определение предельно допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу. Современные тенденции в определении ПДВ. Экономический фактор и уменьшение валовых выбросов. Регулирование выбросов в атмосферу в зависимости от метеоусловий. Защита атмосферы населенных мест планировочными решениями.	1	Групповая дискуссия

№ раздела дисциплин ы	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационн ая форма
5	<p>Очистка газовых потоков от пыли Методика расчета пылевой нагрузки. Контроль содержания пыли в воздухе рабочей зоны и в газовых потоках, приборы контроля. Расчет пылеуловителей: пылесадительные камеры, циклоны, фильтры, скрубберы. Подготовка газов к очистке и регулирование их основных параметров. Техничко-экономическая оценка пылеулавливающих устройств. Очистка приточного и рециркуляционного воздуха. Выбор и обоснование технологических схем.</p>	2	Групповая дискуссия
6	<p>Каталитическая и термическая очистка газов Катализаторы, виды форма выпуска, общие свойства. Особенности каталитического метода очистки газов. Высокотемпературное обезвреживание газов. Преимущества и недостатки метода. Аппаратурное оформлениe. Расчет аппаратов термокatalитического окисления Подготовка газов к очистке.</p>	1	Групповая дискуссия
7	<p>Абсорбционные методы очистки газов Абсорбция. Общие принципы. Расчет абсорбционных установок. Очистка газов от кислых загрязнителей. Поглощение органических паров. Общие проблемы абсорбционной очистки газов. Недостатки данных методов.</p>	1	Групповая дискуссия
8.	<p>Адсорбционные методы очистки газов Адсорбенты, их основные характеристики, и возможности применения. Регенерация сорбентов. Общие проблемы адсорбционной очистки газов. Рекуперация паров органических растворителей. Расчет адсорбционных аппаратов со стационарными, псевдооживенными и движущимися слоями сорбента.</p>	1	

№ раздела дисциплин ы	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационн ая форма
9.	<p>Рассеивание газовых выбросов в атмосфере Способы расчета максимальной приземной концентрации для нескольких точечных близкорасположенных источников. Течение воздуха в приземном слое. Общие представления о течении газовой струи в турбулентной среде. Живое сечение преграды. Определение скорости проникания. Схема распределения скоростей потока для не сплошных препятствий.</p> <p>Влияние атмосферных потоков на высокие и низкие источники выброса. Понятие об эффективной высоте выброса. Низкие затененные источники 1-ой и 2-ой групп.</p>	1	Групповая дискуссия

4.3.2. Лабораторные занятия

№ п/п	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Определение дисперсного состава пылей ситовым, микроскопическим и седиментационными методами	2	Групповое обсуждение
2	Исследование очистки воздуха от пыли методом фильтрации.	2	Групповое обсуждение
3	Измерение изотермы адсорбции в динамических и статических условиях	6	Групповое обсуждение
4	Определение содержания в воздухе паров органических веществ.	2	Групповое обсуждение
5	Исследование адсорбционных процессов очистки воздуха и регенерации адсорбентов	4	Групповое обсуждение

4.4 Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Введение. Основные процессы, применяемые для очистки атмосферного воздуха, Основные источники загрязнения атмосферного воздуха, их классификация.	15	Устный опрос
2	Показатели качества воздуха. Химические, физико-химические, физические методы анализа. Значение показателей для выбора схемы очистки. Методы и средства экологического контроля атмосферы.	20	Устный опрос
3	Выбор схемы и разработка технологии очистки отходящих газов предприятия, оценка эффективности. Эффективность процессов обезвреживания и факторы, влияющие на степень очистки,	25	Устный опрос
4	Основные методы расчета загрязнения атмосферы Основные параметры, учитываемые при расчете концентрации вредных веществ в приземном слое.	25	Устный опрос

	<p>Приближенные способы расчета C_m для нескольких точечных близкорасположенных источников. Реальные факторы, искажающие теоретические расчеты C_m. Основы расчета загрязнений из низких источников. Определение предельно допустимых выбросов вредных веществ в атмосферу.</p> <p>Современные тенденции в определении ПДВ. Экономический фактор и уменьшение валовых выбросов. Технические возможности предприятий по защите приземного слоя атмосферы. Регулирование выбросов в атмосферу в зависимости от метеоусловий. Защита атмосферы населенных мест планировочными решениями.</p>		
5	<p>Очистка газовых потоков от пыли Подготовка газов к очистке и регулирование их основных параметров. Техничко-экономическая оценка пылеулавливающих устройств. Удельные затраты на пылеочистку и относительная стоимость очистки. Общие сведения о пылеулавливающей аппаратуре. Аспирационные выбросы. Последствия недогрузки системы очистки газов.</p> <p>Очистка ГПС от частиц с выраженными адгезионными свойствами. Пути улучшения работы пылеуловителей для слипающихся пылей. Очистка газов от гигроскопичных пылей. Очистка газов от пылей разной дисперсности и свойств. Влияние очередности установки различных пылеуловителей на эффективность очистки ГПС.</p>	30	Устный опрос
6	<p>Каталитическая и термическая очистка газов Катализаторы, виды форма выпуска, общие свойства. Особенности каталитического метода очистки газов. Высокотемпературное обезвреживание газов. Преимущества и недостатки метода. Аппаратурное оформление.</p> <p>Технологические схемы процессов окисления. Расчет аппаратов.</p>	30	Устный опрос
7	<p>Абсорбционные методы очистки газов Абсорбция. Общие принципы. Абсорбенты, их основные характеристики. Расчет абсорбционных</p>	30	Устный опрос

	установок. Очистка газов от кислых загрязнителей. Поглощение органических паров. Общие проблемы абсорбционной очистки газов. Недостатки данных методов		
8	Адсорбционные методы очистки газов Адсорбенты, их основные характеристики, и возможности применения. Регенерация сорбентов. Общие проблемы адсорбционной очистки газов. Рекуперация паров органических растворителей. Расчет адсорбционных аппаратов со стационарными, псевдооживленными и движущимися слоями сорбента.	35	Устный опрос
9	Рассеивание газовых выбросов в атмосфере Способы расчета максимальной приземной концентрации для нескольких точечных близкорасположенных источников. Течение воздуха в приземном слое. Влияние атмосферных потоков на высокие и низкие источники выброса. Понятие об эффективной высоте выброса.	27	Устный опрос

4.5 Курсовая работа

Темы курсовых работ

1. Оценить воздействие на атмосферу нефтеперерабатывающего предприятия и дать рекомендации по минимизации экологического ущерба.
2. Основные показатели качества воздуха. Химические, физико-химические, физические и методы анализа.
3. Санитарные и технологические требования, предъявляемые к качеству воздуха с учетом дальнейшего его использования или сброса в атмосферу.
4. Оценить воздействие на атмосферный воздух предприятия выпускающего серную кислоту и дать рекомендации по минимизации экологического ущерба.
5. Классификация неоднородных систем и методов их разделения. Гравитационное и центробежное осаждение. Расчет аппаратов. Факторы, влияющие на эффективность процесса
6. Электрические методы выделения взвешенных в газовых потоках веществ. Расчет аппаратов. Факторы, влияющие на эффективность процесса.
7. Выделения взвешенных в газовых потоках веществ методом фильтрации. Расчет аппаратов. Факторы, влияющие на эффективность процесса.
8. Оценить воздействие на окружающую среду предприятия выпускающего искусственное волокно и дать рекомендации по минимизации экологического ущерба.

- 10.Современные тенденции в определении ПДВ. Экономический фактор и уменьшение валовых выбросов. Технические возможности предприятий по защите приземного слоя атмосферы
- 11.Абсорбционные методы защиты атмосферы. Абсорбенты, их основные характеристики, и возможности применения. Регенерация абсорбентов.Общие проблемы абсорбционной очистки газов.
- 12.Адсорбционные методы защиты атмосферы Адсорбенты, их основные характеристики, и возможности применения. Общие проблемы сорбционной очистки газов. Рекуперация паров органических растворителей.
- 13.Основные источники загрязнения атмосферного воздуха, их классификация. Состав газовых выбросов. Характеристики газовых выбросов.
- 14.Подготовка газов к очистке и регулирование их основных параметров. Техно-экономическая оценка пылеулавливающих устройств. Удельные затраты на пылеочистку и относительная стоимость очистки
- 15.Оценить воздействие на окружающую среду предприятия выпускающего цемент и дать рекомендации по минимизации экологического ущерба.
- 16.Оценить воздействие на окружающую среду теплоэлектростанции и дать рекомендации по минимизации экологического ущерба.
- 17.Оценить воздействие на атмосферный воздух предприятия выпускающего цемент и дать рекомендации по минимизации экологического ущерба.

4.6 Курсовой проект Темы курсовых проектов

- 1.Технологическая установка обеспыливания вентиляционных выбросов с использованием центробежных аппаратов.
- 2.Технологическая установка рекуперации паров бензола из отходящих газов методом адсорбции.
- 3.Технологическая установка рекуперации паров углеводородов из отходящих газов криогенным методом
- 4.Технологическая установка обезвреживания отходящих газов содержащих непредельные углеводороды термokatалитическим методом.
- 5.Технологическая установка очистки газовых выбросов от диоксида серы методом абсорбции.
- 6.Технологическая установка очистки газовых потоков от диспергированных нефтепродуктов.
- 7.Технологическая установка очистки вентиляционных выбросов с использованием рукавных фильтров.
- 8.Технологическая установка очистки воздуха от органических загрязнений биохимическим методом.
- 9.Технологическая установка очистки воздуха от сероводорода.
- 10.Технологическая установка рекуперации паров сероуглерода из отходящих газов.
- 11.Технологическая установка обезвреживания отходящих газов от углеводородов методом огневого сжигания.
- 12.Адсорбционно-каталитическая установка для удаления из отходящих газов паров органических растворителей. Обосновать выбор основного аппарата.
- 13.Непрерывно действующая установка для удаления из производственных жидких отходов солей тяжелых металлов до конечных концентраций равных ПДК.
- 14.Установка огневого обезвреживания газовых выбросов, содержащих пары стирола.

15. Технологическая установка очистки воздуха от аэрозоля серной кислоты.
16. Установка обезвреживания дымовых газов мокрым методом.
17. Установка очистки газовых потоков от сварочного аэрозоля.

5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <http://media.technolog.edu.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

В процессе обучения студенты выполняют курсовую работу и курсовой проект, Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета и экзамена, защит курсовых работ и проектов.

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (для проверки знаний).

При сдаче экзамена студент получает два вопроса из перечня вопросов.

Экзамен проводится в соответствии с СТП СПб ГТИ 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов. Утв. ректором 17.05.99. Время подготовки к ответу – до 20 минут.

6.1 Контрольные вопросы к зачету

1. Основные источники загрязнения атмосферного воздуха, их классификация.
2. Защита атмосферы населенных мест планировочными решениями.
3. Подготовка промышленных газов к очистке. Регулирование основных параметров: дисперсного состава, температуры, влажности и концентрации.
4. Факторы, влияющие на рассеивание газовых выбросов в приземном слое атмосферы.
5. Техничко-экономическая оценка пылеулавливающих устройств. Основные показатели.
6. Общие сведения о пылеулавливающей аппаратуре: пылесадительные камеры, циклоны, скрубберы, пенные аппараты, особенности оборудования для улавливания слипающихся пылей.
7. Очистка ГПС от частиц с выраженными адгезионными свойствами. Зачистка внутренних поверхностей пылеулавливающей аппаратуры.
8. Пути улучшения работы пылеуловителей для слипающихся пылей.
9. Мокрые методы очистки газов от пыли.
10. Очистка газов от гигроскопичных пылей на примере производства СМС.
11. Необходимость очистки приточного и рециркуляционного воздуха. Классы воздушных фильтров.
12. Применение и безопасная эксплуатация электрофильтров.

13. Абсорбция. Абсорбционные методы очистки газов. Общие принципы.
14. Обезвреживание газовых потоков содержащих кислые газы.
15. Основы расчета загрязнений из низких источников.
16. Контроль содержания пыли в воздухе рабочей зоны и в газовых потоках, приборы контроля.
17. Современные тенденции в определении ПДВ.
18. Адсорбционные методы защиты атмосферы. Адсорбенты их классификация, основные характеристики, и возможности применения.
19. Рекуперация паров органических растворителей.
20. Каталитическая очистка газов. Катализаторы, виды форма выпуска, общие свойства. Особенности каталитического метода очистки газов.
21. Высокотемпературное обезвреживание газов. Преимущества и недостатки метода. Аппаратурное оформление.
22. Санитарные и технологические требования, предъявляемые к качеству очищенных газов.
23. Оборудование пылеулавливающее. Классификация по ГОСТ 12.2.043-80.
24. Известково-известняковые методы очистки газовых выбросов от SO₂, химия процесса.
25. Защита атмосферы от выбросов CS₂. Очистка газовых выбросов от фтора.

6.2 Пример варианта экзаменационного билета.

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)
Кафедра химической энергетики**

УГСН 20.00.00 Техносферная безопасность и природообустройство
Направление подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность
Направленность: Инженерная защита окружающей среды

Билет № 1

1. Состав газовых выбросов. Характеристики газовых выбросов. Классификация выбросов в атмосферу и их источников. Санитарные требования к очистке выбрасываемых в атмосферу газов и воздуха от пыли.

2. Факторы, влияющие на рассеивание газовых выбросов в приземном слое атмосферы.

Дата:

Зав.кафедрой инженерной защиты окружающей среды

Г.К.Ивахнюк

:

7 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература:

1. Ветошкин, А.Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды: учебное пособие для вузов / А. Г. Ветошкин. - М.: Высш. шк., 2008. - 639 с
2. Ветошкин, А.Г. Теоретические основы защиты окружающей среды: учебное пособие для вузов / А.Г. Ветошкин. - М.: Высш.шк., 2008. - 397с.
3. Фролов, В.Ф. Лекции по курсу "Процессы и аппараты химической технологии": Учебник для вузов: / В. Ф. Фролов. - 2-е изд., испр. - СПб.: Химиздат, 2008. - 607 с.

4. Основы проектирования химических производств./В. И. Косинцев, А.И. Михайличенко - М.: Академкнига, 2006.-332 с.

б) дополнительная литература:

5. Игнатович, Э. Химическая техника. Процессы и аппараты./Игнатович Э.- М.: Изд-во Техносфера, 2007.-656 с.

6. Родионов, А.И. Защита биосферы от промышленных выбросов. Основы проектирования технологических процессов.: Учебное пособие для студентов вузов /Родионов А.И., Кузнецов Ю.П., Соловьев Г.С.-М.: Химия.2007.-387 с.

в) вспомогательная литература:

7. Тимонин, А.С. Инженерно-экологический справочник в 3-х т.: учебное пособие по спец.: 32.07.00 - Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов; 33.02.00 - Инженерная защита окружающей среды / А. С. Тимонин; ; Моск. гос. ун-т инж. экологии. - Калуга : Изд-во Н. Бочкаревой, 2003.

Т. 1. Вредные газы - Очистка- 2003. - 915 с.

Т. 3. Промышленные отходы – Утилизация - 2003. - 1020 с.

8. Ветошкин, А.Г. Процессы и аппараты газоочистки: Учебное пособие /А.Г. Ветошкин –Пенза: Изд-во ПГУ, 2006.-201 с.

9.

10. Ветошкин, А.Г. Процессы и аппараты пылеочистки: Учебное пособие /А.Г. Ветошкин –Пенза: Изд-во ПГУ, 2005.-210 с.

11. Машины и аппараты химических производств.: учебное пособие для вузов по спец. "Машины и аппараты химических производств" направления подготовки "Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии" / А. С. Тимонин, Б. Г. Балдин, В. Я. Борщев и др.; под ред. А. С. Тимониной. - Калуга : Изд-во Н. Ф. Бочкаревой, 2008. - 871 с.

12. Инженерная защита окружающей среды: Учебное пособие/ Под ред. О.Г. Воробьева.- СПб.: Изд-во «Лань».- 2002.- 288 с.

13.

15. Бернадинер, М.Н. Огневая переработка и обезвреживание промышленных отходов./ М.Н.Бернадинер, А.П.Шурыгин – М.: Химия, 1990.- 302 с. .

17. Эльтерман, В.М. Охрана воздушной среды на химических и нефтехимических предприятиях/ В.М.Эльтерман- М.: Химия, Наука, 1985.- 160 с.

18. Серпионова, Е.Н. Промышленная адсорбция газов и паров./ Е.Н.Серпионова-М.: Высш. шк., 1969.- 413 с.

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Учебный план, РПД и учебно-методические материалы:
<http://media.technolog.edu.ru>

Сайт «НПО Техноконт» <http://www.technocont.ru>;

Сайты фирм разработчиков АСУТП: www.adastra.ru; www.foit.ru;

www.metso.ru; www.siemens.ru;

Электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань (Профессия)» <https://e.lanbook.com/books/>.

9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Все виды занятий по дисциплине «Процессы и аппараты защиты атмосферы» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПб ГТИ 016-99. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов. Утв. ректором 17.05.99;

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

10 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

10.1 Информационные технологии

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- видео и аудиоматериалы по курсу, представленные на сайте <http://media.technolog.edu.ru>
- взаимодействие с обучающимися посредством электронной почты.

10.2 Программное обеспечение

Microsoft Office (Microsoft Excel).

10.3 Информационные справочные системы

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс». Принадлежность – сторонняя. Контракт № 04(49)12 от 31.12.2012г. по оказанию информационных услуг с использованием экземпляров Специальных Выпусков Систем Консультант Плюс.

11 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами медиа, на 25 посадочных мест.

Для проведения лабораторных занятий используется компьютерный класс, оборудованный персональными компьютерами, объединенными в сеть, оборудование лабораторного практикума «Инженерная защита окружающей среды»

12 Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014г.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Процессы и аппараты защиты атмосферы»
1 Перечень компетенций и этапов их формирования**

Компетенции		
Индекс	Формулировка¹	Этап формирования²
ПК-1	Владение компетенциями сохранения здоровья (знание и соблюдение норм здорового образа жизни и физической культуры);	промежуточный
ПК-3	Способность пропагандировать цели и задачи обеспечения безопасности человека и окружающей среды;	промежуточный
ПК-17	Способностью определять нормативные уровни допустимых негативных воздействий на человека и окружающую среду;	промежуточный
ПК-18	Способностью проводить измерения уровней опасностей в среде обитания, обрабатывать полученные результаты, составлять прогнозы возможного развития ситуации	промежуточный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	Знает: основные процессы, используемые для защиты атмосферы. Умеет: подобрать требуемое оборудование Владеет: информацией о решении конкретных прикладных задач.	Ответы на вопросы 1-4, 29, 32 Зачет, Экзамен.	ПК-1, ПК-3

¹ **жирным шрифтом** выделена та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты)

² этап формирования компетенции выбирается по п.2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие.)

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 2	Знает: Источники загрязнения окружающей среды, основные показатели качества воздуха. Правила отбора проб. Умеет: определять все показатели воздуха. Владеет: химическими, физико-химическими, физическими методами анализа.	Ответы на вопросы: 2-7, 16, 18 Зачет, Экзамен	ПК-1, ПК-3,
Освоение раздела № 3	Знает: схемы и технологии очистки отходящих газов предприятий, оценку эффективности Умеет: грамотно, с учетом производственных и экономических факторов принимать участие в разработке технологии очистки воздуха для конкретного участка, Владеет: информацией о санитарных и технологических требованиях, предъявляемые к качеству очищенных газов с учетом дальнейшего их использования.	Ответы на вопросы: 4-6, 16-18, 23, 29, 32 Зачет, Экзамен	ПК-1, ПК-3, ПК-17, ПК-18
Освоение раздела № 4	Знает: основные методы расчета загрязнения атмосферы, современные тенденции в определении ПДВ. Умеет: учитывать основные параметры, при расчете концентрации вредных веществ в приземном	Ответы на вопросы: 2-7, 16-18, 23, 29 Зачет, Экзамен	ПК-1, ПК-3, ПК-17, ПК-18

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	слое. Владеет: приближенными способами расчета C_m для нескольких точечных источников. Способами защиты атмосферы населенных мест планировочными решениями.		
Освоение раздела № 5	Знает: способы и методы удаления из газовых потоков пыли, применяемое основное оборудование. Умеет: учитывать основные параметры, при расчете концентрации вредных веществ в приземном слое. Владеет: приближенными способами расчета C_m для нескольких точечных источников. Способами защиты атмосферы населенных мест планировочными решениями.	Ответы на вопросы:7-11,13,17,23,24,27,31 Зачет, Экзамен	ПК-1,ПК-3, ПК-17,ПК-18
Освоение раздела № 6	Знает: способы и методы каталитической и термической очистки газов, применяемое основное оборудование. Умеет: грамотно разработать технологию очистки, выбрать требуемое оборудование и произвести его расчет. Владеет: базовыми знаниями о сути	Ответы на вопросы:1-4,21,22,23 Зачет, Экзамен	ПК-1,ПК-3, ПК-17,ПК-18

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	проводимых процессов и способах повышения их эффективности.		
Освоение раздела № 7	Знает: способы и методы абсорбционной очистки газов, применяемое основное оборудование Умеет: грамотно разработать технологию очистки, выбрать требуемое оборудование и произвести его расчет. Владеет: базовыми знаниями о сути проводимых процессов и способах повышения их эффективности.	Ответы на вопросы:1-4,14,15,23,25 Зачет, Экзамен	ПК-1,ПК-3, ПК-17,ПК-18
Освоение раздела № 8	Знает: адсорбционные методы очистки газов, применяемое основное оборудование Умеет: грамотно разработать технологию очистки, выбрать требуемое оборудование и произвести его расчет. Владеет: базовыми знаниями о сути проводимых процессов и способах повышения их эффективности.	Ответы на вопросы:1-4,19,20,23,26 Зачет, Экзамен	ПК-1,ПК-3, ПК-17,ПК-18
Освоение раздела № 9	Знает: основные закономерности рассеивания газовых выбросов в атмосфере	Ответы на вопросы 1-3,5,16,30,32 Зачет, Экзамен	ПК-1,ПК-3, ПК-17,ПК-18

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
	<p>Умеет: проводить необходимые расчеты при различных состояниях атмосферы</p> <p>Владеет: понятием об эффективной высоте выброса о влиянии атмосферных потоков на высокие и низкие источники выброса.</p>		

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):
 промежуточная аттестация проводится в форме защит курсовых работ и проектов, зачета (зачет, не зачет) экзамена- результат оценивается – «удовлетворительно», «хорошо», «отлично».

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации. Вопросы для оценки сформированности элементов компетенций

1. Классификация основных процессов, применяемых для очистки атмосферного воздуха, промышленных и бытовых сточных вод.
2. Основные источники загрязнения атмосферного воздуха, их классификация.
3. Защита атмосферы населенных мест планировочными решениями.
4. Подготовка промышленных газов к очистке. Регулирование основных параметров: дисперсного состава, температуры, влажности и концентрации.
5. Факторы, влияющие на рассеивание газовых выбросов в приземном слое атмосферы.
6. Техничко-экономическая оценка пылеулавливающих устройств. Основные показатели.
7. Общие сведения о пылеулавливающей аппаратуре: пылесадительные камеры, циклоны, скрубберы, пенные аппараты, особенности оборудования для улавливания слипающихся пылей.
8. Очистка ГПС от частиц с выраженными адгезионными свойствами. Зачистка внутренних поверхностей пылеулавливающей аппаратуры.
9. Пути улучшения работы пылеуловителей для слипающихся пылей.
10. Мокрые методы очистки газов от пыли.
11. Очистка газов от гигроскопичных пылей на примере производства СМС.
12. Необходимость очистки приточного и рециркуляционного воздуха. Классы воздушных фильтров.
13. Применение и безопасная эксплуатация электрофильтров.
14. Абсорбция. Абсорбционные методы очистки газов. Общие принципы.
15. Обезвреживание газовых потоков содержащих кислые газы.
16. Основы расчета загрязнений из низких источников.

17. Контроль содержания пыли в воздухе рабочей зоны и в газовых потоках, приборы контроля.
18. Современные тенденции в определении ПДВ.
19. Адсорбционные методы защиты атмосферы. Адсорбенты их классификация, основные характеристики, и возможности применения.
20. Рекуперация паров органических растворителей.
21. Каталитическая очистка газов. Катализаторы, виды форма выпуска, общие свойства. Особенности каталитического метода очистки газов.
22. Высокотемпературное обезвреживание газов. Преимущества и недостатки метода. Аппаратурное оформление.
23. Санитарные и технологические требования, предъявляемые к качеству очищенных газов.
24. Оборудование пылеулавливающее. Классификация по ГОСТ 12.2.043-80.
25. Известково-известняковые методы очистки газовых выбросов от SO₂, химия процесса.
26. Защита атмосферы от выбросов CS₂. Очистка газовых выбросов от фтора.
27. Оборудование для очистки газовых потоков от крупнодисперсных загрязнений.
28. Оборудование для очистки ПСВ от крупнодисперсных загрязнений.
29. Санитарные и технологические требования, предъявляемые к качеству очищенных газов с учетом дальнейшего их использования или сброса в атмосферу.
30. Вентиляционные и технологические системы и их особенности.
31. Рукавные и кассетные фильтры.
32. Тонкая очистка приточного воздуха. Необходимость очистки рециркуляционного воздуха. Классы воздушных фильтров. Ячейковые масляные фильтры, их устройство и основные параметры

4. Содержание интерактивных занятий

4.1 Групповое обсуждение результатов

Обучающиеся изучают теоретическую часть предстоящей лабораторной работы, получают задание на группу 3-4 человек, производят наблюдение и измерения. Каждый обучающийся проводит наблюдение за одним из показателей. По окончании группа собирается вместе, производит обработку и анализ полученных данных и путем совместных обсуждений проводит оценку результатов, делают выводы а также выясняют в ходе обсуждения преимущества и недостатки и области применения, используемых методов.

5. Темы контрольных работ

Контрольная работа №1

Расчет установки очистки газовых потоков от паров органических растворителей
Исходные данные к контрольной работе

Вариант	Расход газов, м ³ /ч	Загрязняющий газ компонент	Исходная концентрация пара в потоке газа, мг/м ³	Конечная концентрация (после очистки), мг/м ³
1.	7200	Ксилол (смесь изомеров)	5500	20
.	10800	Бутанол	6500	100
3.	12000	Толуол	8000	50

4.	6500	Бутилацет	10000	150
5.	15500	Ацетон	11000	200
6.	3600	Нефрас	7000	300
7.	9000	Н-октан	9000	300
8.	7200	Этилацетат	11000	150
9.	8600	Дихлорэтан	6000	30
10.	11000	Сероуглерод	7500	80

Контрольная работа №2.

Расчет установки очистки газового потока от мелкодисперсной пыли.

Исходные данные к контрольной работе

Вариант	Расход м ³ /ч	Концентрация пыли в воздухе, г/м ³	Конечная концентрация пыли, г/м ³
1	1300	2000	40
2	1450	2100	45
3	2400	2200	50
4	1800	2300	55
5	850	2400	35
6	1300	2000	40
7	1200	1900	45
8	1150	1800	50
9	1500	2100	45
10	1400	2200	50

Контрольная работа №3

Расчет установки каталитической очистки воздуха от примесей паров нефтепродуктов до ПДК.

Исходные данные для выполнения контрольной работы

Вариант	Расход м ³ /ч	Концентрация нефтепродуктов в воздухе, г/м ³	Концентрация взвешенных веществ, г/м ³
1	1000	20	50
2	1200	21	55
3	1400	22	58
4	1600	23	60
5	800	24	45
6	900	20	48
7	1100	19	50
8	1150	18	55
9	1200	21	60
10	1400	22	45

Методические рекомендации по выполнению контрольных работ

Все разделы дисциплины «Процессы и аппараты защиты атмосферы» связаны между собой, поэтому прежде, чем приступить к подготовке и написанию контрольных работ на

свои темы следует изучить всю дисциплину. Тема каждой контрольной работы включает в себя одно задание. Для полного раскрытия тем контрольных работ рекомендуется обратиться к перечню основной и дополнительной литературы. Существенную помощь могут оказать Большая Российская Энциклопедия и Интернет ресурсы. Допускается использовать и другие источники информации.

Номер выполняемого варианта определяется последней цифрой шифра студенческого билета.