

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Б1.В.ДВ.01.01
(индекс дисциплины)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Расчет, проектирование и повышение надежности
систем обеспечения безопасности

(наименование дисциплины)

по направлению подготовки
20.04.01 Техносферная безопасность

направленность (профиль)

Системы управления производственной, промышленной и экологической безопасностью

Форма обучения: очная

Год набора: 2021

Общая трудоемкость: 4 ЗЕ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр		3	Итого
Форма контроля		Экзамен	
Вид занятий			
Лекции			
Лабораторные			
Практические		32	32
Руководство: курсовые работы (проекты) / РГР			
Промежуточная аттестация		0,35	0,35
Контактная работа		32,35	32,35
Самостоятельная работа		76	76
Контроль		35,65	35,65
Итого		144	144

Рабочую программу составил(и):

Доцент, к.т.н., Рашоян И.И.

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рецензирование рабочей программы дисциплины:



Отсутствует



Рецензент

(должность, ученое звание, степень, Фамилия И.О.)

Рабочая программа дисциплины составлена на основании ФГОС ВО и учебного плана направления подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность

Срок действия рабочей программы дисциплины до «31» августа 2023 г.

УТВЕРЖДЕНО

На заседании института инженерной и экологической безопасности

(протокол заседания № 2 от 07 сентября 2020 г.)

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины – повышение качества подготовки магистров по вопросам расчета и проектирования систем обеспечения безопасности.

Задачи:

1. Изучить методологические подходы и основные принципы расчетов и проектирования систем обеспечения безопасности, основ проектирования сооружений для очистки воздуха, сточных вод, переработки техногенных отходов.
2. Освоить применение основных принципов создания систем экологической безопасности в профессиональной деятельности, методы расчетов основных технологических параметров и методы повышения надежности систем обеспечения безопасности техногенных объектов.
3. Получить навыки использования методов фундаментальных и прикладных естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплины и практики, на освоении которых базируется данная дисциплина: «Информационные технологии в сфере безопасности», «Организация проектной работы в системе техносферной безопасности 1», «Мониторинг безопасности».

Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: «Производственная практика (научно-исследовательская работа) 2,3,4», «Государственная итоговая аттестация».

3. Планируемые результаты обучения

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
ПК-3 Способен к планированию, разработке и совершенствованию системы управления охраной труда, промышленной безопасности и охраны окружающей среды	ПК-3.5 Владеет навыками расчета и проектирование систем обеспечения безопасности промышленной безопасности и охраны окружающей среды	Знать: – методологические подходы и основные принципы расчетов и проектирования систем обеспечения безопасности; – основы проектирования сооружений механической очистки пылегазовых выбросов, химической очистки отходящих газов, термического обезвреживания отходящих газов; – основы проектирования сооружений механической, физико-химической, биохимической очистки сточных вод; – основы проектирования сооружений механической, физико-химической, биохимической, термической подготовки и переработки техногенных отходов;

Формируемые и контролируемые компетенции (код и наименование)	Индикаторы достижения компетенций (код и наименование)	Планируемые результаты обучения
		<p>– методы повышения надежности систем обеспечения безопасности техногенных объектов</p> <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – пользоваться научной, справочной и нормативной литературой в сфере обеспечения экологической безопасности; – применять основные принципы создания систем экологической безопасности в профессиональной деятельности; – осуществлять выбор технологической схемы очистки отходящих газов, сточных вод, переработки техногенных отходов в зависимости от их состава, свойств и объема; – выполнять расчеты основных технологических параметров систем обеспечения безопасности техногенных объектов; – производить анализ и оценку надежности и техногенного риска систем обеспечения безопасности <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – практическими навыками применения нормативно-правовой и методической базы, основных технологических разработок при проектировании систем обеспечения безопасности техногенных объектов; – практическими умениями использовать методы фундаментальных и прикладных естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности; – практическими навыками оценки и повышения надежности систем обеспечения безопасности

4. Структура и содержание дисциплины

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
Модуль 1 Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности атмосферы	Ср	1. Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности атмосферы	1	4	2	-	Опрос студентов при сдаче отчетов по практическим занятиям
	Пр	Практическое занятие 1 «Расчет характеристик рукавных фильтров».	1	4	10	-	Отчет по практическому занятию
	Пр	Практическое занятие 2 «Расчет и проектирование аппаратов механической очистки пылегазовых выбросов»	1	4	10	-	Отчет по практическому занятию
	Ср	Самостоятельное изучение материала модуля 1, не вошедшего в курс лекций	1	15	-	-	Опрос студентов при сдаче отчетов по практическим занятиям
Модуль 2 Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности гидросферы	Ср	2. Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности гидросферы	1	4	2	-	Опрос студентов при сдаче отчетов по практическим занятиям
	Пр	Практическое занятие 3 «Расчет решеток для очистки сточных вод»	1	4	10	-	Отчет по практическому занятию
	Пр	Практическое занятие 4 «Расчет песколовок для очистки сточных вод»	1	4	10	-	Отчет по практическому занятию

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Пр	Практическое занятие 5 «Расчет аккумулирующей емкости для очистки сточных вод»	3	4	10	-	Отчет по практическому занятию
	Ср	Самостоятельное изучение материала модуля 2, не вошедшего в курс лекций	3	15	-	-	Опрос студентов при сдаче отчетов по практическим занятиям
Модуль 3 Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности литосферы	Ср	3. Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности литосферы	3	4	1	-	Опрос студентов при сдаче отчетов по практическим
	Пр	Практическое занятие №6 «Расчет вместимости полигонов для складирования ТБО»	3	4	10	-	Отчет по практическому занятию
	Ср	Самостоятельное изучение материала модуля 3, не вошедшего в курс лекций	3	15	-	-	Опрос студентов при сдаче отчетов по практическим занятиям
Модуль 4 Повышение надежности систем обеспечения безопасности	Ср	4. Повышение надежности систем обеспечения безопасности	3	4	2	-	Опрос студентов при сдаче отчетов по практическим занятиям
	Пр	Практическое занятие №7 «Количественный анализ надежности систем обеспечения безопасности»	3	4	10	-	Отчет по практическому занятию
	Пр	Практическое занятие №8 «Выбор и обоснование методов повышения надежности систем обеспечения безопасности	3	4	10	-	Отчет по практическому занятию

Модуль (раздел)	Вид учебной работы	Наименование тем занятий (учебной работы)	Семестр	Объем, ч.	Баллы	Интерактив, ч.	Формы текущего контроля (наименование оценочного средства)
	Ср	Самостоятельное изучение материала модуля 4, не вошедшего в курс лекций	3	14	-	-	Опрос студентов при сдаче отчетов по практическим занятиям
	Ср	Анкетирование по курсу	3	1	3	-	Анкета
	Контроль	Подготовка к сдаче экзамена	3	35,65		-	-
	ПА	Сдача экзамена	3	0,35	10	-	База тестовых заданий. Вопросы к экзамену
Итого:				144	100		

5. Образовательные технологии

Технология	Формы обучения	Методы обучения
Технология традиционного обучения – организация учебного процесса в вузе, основанная на лекционно-семинарско-зачетной формах обучения	Лекция. Практическое занятие. Самостоятельная работа. Индивидуальное домашнее задание.	Наглядные, словесные, практические.
Технология модульного обучения – организация учебного процесса для полного овладения содержанием образовательных программ на основе независимых учебных модулей с учетом индивидуальных интересов и возможностей субъектов образовательного процесса.	Лекция-консультация. Семинар с использованием метода анализа конкретных ситуаций.	Решение ситуационных задач. Презентационный метод. Самостоятельная работа. Консультация. Индивидуальная работа.
Информационные технологии – специальные способы, программные и технические средства (кино, аудио – и видеосредства, компьютеры) для работы с информацией	Лекция-пресс-конференция. Визуальная лекция.	Презентационный метод.
Формы и методы обучения		
Дистанционное обучение	Сетевая технология – изучение курса (учебной дисциплины) посредством электронных учебно-методических материалов, размещенных в обучающей среде с использованием компьютера, подключенного к сети Интернет. CD-технология – изучение курса (учебной дисциплины), представленного студенту в виде автономной электронной обучающей системы и электронной версии учебно-методических материалов на CD-диске.	

6. Методические указания по освоению дисциплины

Модуль 1. Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности атмосферы.

Цель – повышение качества подготовки магистров по вопросам расчета и проектирования систем обеспечения безопасности атмосферы.

Задачи:

1. Изучить методологические подходы и основные принципы расчетов и проектирования систем обеспечения безопасности атмосферы, основ проектирования сооружений для очистки воздуха.
2. Освоить методы расчетов основных технологических параметров систем обеспечения безопасности атмосферы

Изучив данный модуль, студент должен:

- иметь представление о методах расчетов основных технологических параметров систем обеспечения безопасности атмосферы;

- знать основные принципы расчетов и проектирования систем обеспечения безопасности атмосферы, основ проектирования сооружений для очистки воздуха.

При освоении модуля необходимо:

- изучить теоретический учебный материал;
- выполнить практические задания №1-2;
- оформить отчет по практическим заданиям;
- задать вопрос преподавателю на форуме;
- пройти тестирование по модулю.

Модуль 2. Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности гидросферы.

Цель – повышение качества подготовки магистров по вопросам расчета и проектирования систем обеспечения безопасности объектов гидросферы.

Задачи:

1. Изучить методологические подходы и основные принципы расчетов и проектирования систем обеспечения безопасности объектов гидросферы, основ проектирования сооружений для очистки сточных вод.
2. Освоить методы расчетов основных технологических параметров систем обеспечения безопасности объектов гидросферы

Изучив данный модуль, студент должен:

- иметь представление о методах расчетов основных технологических параметров систем обеспечения безопасности объектов гидросферы;
- знать основные принципы расчетов и проектирования систем обеспечения безопасности объектов гидросферы, основ проектирования сооружений для очистки сточных вод.

При освоении модуля необходимо:

- изучить теоретический учебный материал;
- выполнить практические задания №3-5;
- оформить отчет по практическим заданиям;
- задать вопрос преподавателю на форуме;
- пройти тестирование по модулю.

Модуль 3. Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности литосферы.

Цель – повышение качества подготовки магистров по вопросам расчета и проектирования систем обеспечения безопасности объектов литосферы.

Задачи:

1. Изучить методологические подходы и основные принципы расчетов и проектирования систем обеспечения безопасности объектов литосферы, основ проектирования сооружений для переработки твердых отходов.
2. Освоить методы расчетов основных технологических параметров систем обеспечения безопасности объектов литосферы

Изучив данный модуль, студент должен:

- иметь представление о методах расчетов основных технологических параметров систем обеспечения безопасности объектов литосферы;
- знать основные принципы расчетов и проектирования систем обеспечения безопасности объектов литосферы, основ проектирования сооружений для переработки твердых отходов.

При освоении модуля необходимо:

- изучить теоретический учебный материал;
- выполнить практическое задание №6;
- оформить отчет по практическому заданию;
- задать вопрос преподавателю на форуме;
- пройти тестирование по модулю.

Модуль 4. Повышение надежности систем обеспечения безопасности.

Цель – повышение качества подготовки магистров по вопросам расчета и проектирования систем обеспечения безопасности.

Задачи:

1. Изучить методологические подходы и основные принципы повышения надежности систем обеспечения безопасности окружающей среды.
2. Освоить методы анализа надежности и разработки мероприятий по повышению надежности систем обеспечения безопасности техногенных объектов.

Изучив данный модуль, студент должен:

- иметь представление о методах анализа надежности и разработки мероприятий по повышению надежности систем обеспечения безопасности техногенных объектов;
- знать основные методологические подходы повышения надежности систем обеспечения безопасности окружающей среды.

При освоении модуля необходимо:

- изучить теоретический учебный материал;
- выполнить практические задания №7-8;
- оформить отчет по практическому заданию;
- задать вопрос преподавателю на форуме;
- пройти тестирование по модулю и итоговое тестирование.

7. Оценочные средства

7.1. Паспорт оценочных средств

Семестр	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
3	ПК-3	Протоколы выполнения практических заданий № 1 -8
		Вопросы к экзамену №№ 1-60
		Тестовые задания БТЗ/Тема 1. Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности атмосферы №№-1-50 БТЗ/Тема 2. Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности гидросферы №№-1-40 БТЗ/Тема 3. Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности литосферы №№-1-40 БТЗ/Тема 4. Повышение надежности систем обеспечения безопасности №№-1-70

7.2. Типовые задания или иные материалы, необходимые для текущего контроля

7.2.1 Практическое занятие № 1 «Расчет характеристик рукавных фильтров»

Типовые примеры заданий

Рассчитать и выбрать фильтровальный агрегат для условий по вариантам

Варианты заданий

Вариант	Объем очищаемого газа при нормальных условиях $V_r, \text{ м}^3/\text{ч}$	Температура газа $t_{г0}, ^\circ\text{C}$	Среднегеометрический диаметр пыли $d_m, \text{ мкм}$	Плотность материала пыли $\rho, \text{ кг/м}^3$	Начальная запыленность при нормальных условиях $z_0, \text{ г/м}^3$	Метод регенерации	Пыль
1	37000	160	1	1300	13,7	обратная продувка и встряхивание	целлюлоза
2	29000	140	1,5	2700	15,4	обратная продувка	гипс
3	35000	250	2	2700	18,3	обратная продувка	асбест
4	27000	145	4	2330	14,1	обратная продувка и встряхивание	песок
5	25000	140	2,5	1900	16,8	обратная продувка и встряхивание	минеральная пыль
6	38000	155	2	1940	12,8	обратная продувка	летучая зола
7	32500	160	2,5	1800	13,4	обратная продувка и встряхивание	минеральная пыль
8	26700	150	2	1450	15,2	обратная продувка и встряхивание	пластмасса
9	38000	160	2,8	2300	12,4	обратная продувка	металлические порошки
10	35500	120	3,5	2300	16,2	обратная продувка и встряхивание	песок
11	36000	140	1,5	2830	14,7	обратная продувка и встряхивание	химикаты из нефтяного сырья
12	28500	135	1	2650	17,4	обратная продувка	тальк
13	38500	110	2	600	14,3	обратная продувка и встряхивание	картон
14	26000	145	2,5	700	18,3	обратная продувка и встряхивание	опилки

Вариант	Объем очищаемого газа при нормальных условиях $V_{г}^{\prime}$, м ³ /ч	Температура газа $t_{го}$, °C	Среднегеометрич еский диаметр пыли d_m , мкм	Плотность материала пыли $\rho_{ч}$, кг/м ³	Начальная запыленность при нормальных условиях z_0 , г/м ³	Метод регенерации	Пыль
15	28500	310	1	2700	14,9	обратная продувка	гипс
16	37000	150	2	1700	12,8	обратная продувка и встряхивание	глинозем
17	32500	90	3,5	700	12,9	обратная продувка и встряхивание	опилки
18	23700	210	1,7	2350	17,2	обратная продувка	асбест
19	40000	160	2,5	1300	11,4	обратная продувка и встряхивание	целлюлоза
20	34500	125	2	2350	16,2	обратная продувка и встряхивание	соль
21	37000	220	1	700	18,2	обратная продувка	мука
22	29000	100	1,5	2700	15,4	обратная продувка и встряхивание	гипс
23	40000	350	2	2700	18,3	обратная продувка и встряхивание	известняк
24	28000	250	2,5	1200	17,1	обратная продувка	резина
25	34000	140	4	700	16,8	обратная продувка и встряхивание	опилки
26	39000	155	1	2700	12,8	обратная продувка и встряхивание	тальк
27	32000	260	3,5	120	13,4	обратная продувка и встряхивание	жмых

Вариант	Объем очищаемого газа при нормальных условиях V_T , м³/ч	Температура газа $t_{го}$, °C	Среднегеометрический диаметр пыли d_m , мкм	Плотность материала пыли ρ_p , кг/м³	Начальная запыленность при нормальных условиях Z_0 , г/м³	Метод регенерации	Пыль
28	24700	150	1	2900	15,2	обратная продувка и встряхивание	оксиды металлов
29	40000	160	3	2300	15,4	обратная продувка и встряхивание	руда
30	33500	280	2,5	1640	13,5	обратная продувка	кокс
31	36000	90	1,5	2600	15,0	обратная продувка и встряхивание	асбест
32	28000	130	1,5	1650	15,8	обратная продувка и встряхивание	пластмассы
33	38500	320	2	2540	14,3	обратная продувка	известняк
34	26500	140	2,5	120	19,3	обратная продувка и встряхивание	жмых
35	28500	120	1	1800	14,8	обратная продувка и встряхивание	красители
36	37500	300	2	2940	12,8	обратная продувка	металлические порошки
37	32500	80	2	1800	12,9	обратная продувка и встряхивание	химикаты из нефтяного сырья
38	23700	110	1,8	1450	17,2	обратная продувка и встряхивание	цемент

Вариант	Объем очищаемого газа при нормальных условиях $V_{г}^{\prime}$, м ³ /ч	Температура газа $t_{г0}$, °C	Среднегеометрический диаметр пыли d_m , мкм	Плотность материала пыли $\rho_{ч}$, кг/м ³	Начальная запыленность при нормальных условиях z_0 , г/м ³	Метод регенерации	Пыль
39	40000	130	4,5	700	8,4	обратная продувка	опилки
40	34500	125	2	1300	16,2	обратная продувка и встряхивание	целлюлоза
41	38000	180	1,5	2920	13,7	обратная продувка и встряхивание	летучая зола
42	28000	140	2	2800	15,8	обратная продувка и встряхивание	минеральная пыль
43	34000	340	2,5	1600	20,3	обратная продувка	глинозем
44	22000	115	1	1330	14,3	обратная продувка и встряхивание	красители
45	25000	80	3,2	1580	16,8	обратная продувка и встряхивание	пластмассы
46	38000	290	2	1300	19,8	обратная продувка	кокс
47	33500	130	4	2140	20,4	обратная продувка и встряхивание	песок
48	26000	120	2	1200	15,3	обратная продувка и встряхивание	резина
49	38500	270	2,5	2350	12,8	обратная продувка	уголь
50	23000	140	4,5	120	17,8	обратная продувка и встряхивание	жмых

Темы письменных работ

№ п/п	Темы
1.	Классификация источников загрязнений атмосферы, свойства и характеристика выбросов
2.	Стандарты по качеству воздушного бассейна, опасные концентрации загрязняющих веществ
3.	Классификация источников загрязнений атмосферы
4.	Свойства и характеристики выбросов. Классификация выбросов. Нормирование выбросов
5.	Снижение интенсивности образования выбросов. Рассеивание выбросов в атмосфере. Регулирование выбросов в зависимости от метеорологических условий

Краткое описание и регламент выполнения

1. Цель занятия: изучить методику и произвести расчет количественных и качественных характеристик рукавных фильтров.

2. Алгоритм выполнения практического задания

1. Изучить теоретические сведения по методике определения количественных и качественных характеристик рукавных фильтров.
2. Выбрать вариант задания.
3. Произвести необходимые расчеты. При необходимости можно пользоваться дополнительно нормативной и справочной литературой, рекомендуемой в указаниях к практическому занятию.
4. Составить отчет по практическому занятию.

3. Ожидаемый (е) результат (ы): расчет следующих характеристик рукавного фильтра:

- Объем очищаемого газа с учетом подсоса воздуха, необходимого для создания допустимой температуры для выбранной ткани фильтра
- Полный объем очищаемого газа с учетом подсоса воздуха при нормальных условиях
- Расход газа, идущего на фильтрацию при рабочих условиях
- Начальная запыленность газа перед фильтром при рабочих условиях:
- Допустимая газовая нагрузка
- Потеря давления при прохождении очищаемого газа через корпус аппарата
- Коэффициент динамической вязкости газа при рабочих условиях
- Пористость слоя пыли
- Удельное гидравлическое сопротивление и пористость ткани фильтра
- Скорость фильтрации
- Постоянное гидравлическое сопротивление фильтровальной перегородки с учетом пыли, оставшейся на ней после регенерации
- Гидравлическое сопротивление накапливающегося на фильтре слоя перед регенерацией
- Общее гидравлическое сопротивление аппарата
- Продолжительность периода фильтрации между двумя регенерациями
- Площадь поверхности фильтрации
- Выбор марки фильтра
- Площадь поверхности фильтрации, отключаемая на регенерацию и количество регенераций в течение 1 ч
- Скорость обратной продувки фильтра

- Расход воздуха, подаваемого на обратную продувку в течение часа
- Суммарное время регенерации:
- Вывод о правильности (не правильности) выбора марки фильтра

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если практическое задание выполнено грамотно или имеет несущественные замечания, выполнен отчет по занятию.
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если практическое задание не выполнено, имеет грубые ошибки, не подготовлен отчет.

7.2.2. Практическое занятие №2 «Расчет и проектирование аппаратов механической очистки пылегазовых выбросов»

Типовые примеры заданий

Рассчитать основные параметры циклона для выбранного источника образования пыли

Варианты заданий

№ варианта	Объем очищаемого газа Q , м ³ /с	Плотность газа при рабочих условиях ρ , кг/м ³	Вязкость газа при рабочей температуре μ , Па · с	Медианный размер частиц пыли d_m , мкм	Стандартное отклонение размеров частиц пыли $\lg \delta_{\phi}$	Плотность частиц пыли ρ_{ϕ} , кг/м ³	Входная концентрация пыли $C_{вх}$, г/м ³	Требуемая эффективность очистки газа η
1	10	1,15	$14 \cdot 10^{-6}$	18	0,65	2000	11	0,75
2	11	1,16	$15 \cdot 10^{-6}$	12	0,55	2100	12	0,76
3	12	1,17	$16 \cdot 10^{-6}$	9	0,45	2200	13	0,77
4	13	1,18	$17 \cdot 10^{-6}$	8	0,4	2300	14	0,78
5	14	1,19	$18 \cdot 10^{-6}$	6	0,35	2400	15	0,79
6	15	1,20	$19 \cdot 10^{-6}$	4	0,3	2500	16	0,8
7	16	1,21	$20 \cdot 10^{-6}$	3	0,25	2600	17	0,81
8	17	1,22	$21 \cdot 10^{-6}$	18	0,65	2700	18	0,82
9	18	1,23	$14 \cdot 10^{-6}$	12	0,55	2800	19	0,83
10	19	1,24	$15 \cdot 10^{-6}$	9	0,45	2900	20	0,84
11	20	1,25	$16 \cdot 10^{-6}$	8	0,4	3000	21	0,85
12	19	1,26	$17 \cdot 10^{-6}$	6	0,35	2050	22	0,86
13	18	1,27	$18 \cdot 10^{-6}$	4	0,3	2150	23	0,87
14	17	1,28	$19 \cdot 10^{-6}$	3	0,25	2250	24	0,88

№ варианта	Объем очищаемого газа Q , м ³ /с	Плотность газа при рабочих условиях ρ , кг/м ³	Вязкость газа при рабочей температуре μ , Па · с	Медианный размер частиц пыли d_m , мкм	Стандартное отклонение размеров частиц пыли $lg \delta_{\text{ч}}$	Плотность частиц пыли $\rho_{\text{ч}}$, кг/м ³	Входная концентрация пыли $C_{\text{вх}}$, г/м ³	Требуемая эффективность очистки газа η
15	16	1,29	$20 \cdot 10^{-6}$	18	0,65	2350	25	0,90
16	15	1,3	$21 \cdot 10^{-6}$	12	0,55	2450	26	0,91
17	14	1,29	$14 \cdot 10^{-6}$	9	0,45	2550	27	0,92
18	13	1,28	$15 \cdot 10^{-6}$	8	0,4	2650	28	0,93
19	12	1,27	$16 \cdot 10^{-6}$	6	0,35	2750	29	0,94
20	11	1,26	$17 \cdot 10^{-6}$	4	0,3	2850	30	0,95
21	10	1,25	$18 \cdot 10^{-6}$	3	0,25	2950	29	0,75
22	11	1,24	$19 \cdot 10^{-6}$	18	0,65	3000	28	0,76
23	12	1,23	$20 \cdot 10^{-6}$	12	0,55	2000	27	0,77
24	13	1,22	$21 \cdot 10^{-6}$	9	0,45	2100	26	0,78
25	14	1,21	$14 \cdot 10^{-6}$	8	0,4	2200	25	0,79
26	15	1,20	$15 \cdot 10^{-6}$	6	0,35	2300	24	0,8
27	16	1,19	$16 \cdot 10^{-6}$	4	0,3	2400	23	0,81
28	17	1,18	$17 \cdot 10^{-6}$	3	0,25	2500	22	0,82
29	18	1,17	$18 \cdot 10^{-6}$	18	0,65	2600	21	0,83
30	19	1,16	$19 \cdot 10^{-6}$	12	0,55	2700	20	0,84
31	20	1,15	$20 \cdot 10^{-6}$	9	0,45	2800	19	0,85
32	21	1,16	$21 \cdot 10^{-6}$	8	0,4	2900	18	0,86
33	22	1,17	$14 \cdot 10^{-6}$	6	0,35	3000	17	0,87
34	23	1,18	$15 \cdot 10^{-6}$	4	0,3	2050	16	0,88
35	24	1,19	$16 \cdot 10^{-6}$	3	0,25	2150	15	0,90
36	25	1,20	$17 \cdot 10^{-6}$	18	0,65	2250	14	0,91
37	26	1,21	$18 \cdot 10^{-6}$	12	0,55	2350	13	0,92
38	27	1,22	$19 \cdot 10^{-6}$	9	0,45	2450	12	0,93
39	28	1,23	$20 \cdot 10^{-6}$	8	0,4	2550	11	0,94

№ варианта	Объем очищаемого газа Q , м ³ /с	Плотность газа при рабочих условиях ρ , кг/м ³	Вязкость газа при рабочей температуре μ , Па · с	Медианный размер частиц пыли d_m , мкм	Стандартное отклонение размеров частиц пыли $lg \delta_{\text{ч}}$	Плотность частиц пыли $\rho_{\text{ч}}$, кг/м ³	Входная концентрация пыли $C_{\text{вх}}$, г/м ³	Требуемая эффективность очистки газа η
40	29	1,24	$21 \cdot 10^{-6}$	6	0,35	2650	10	0,95
41	30	1,25	$14 \cdot 10^{-6}$	4	0,3	2750	12	0,80
42	29	1,26	$15 \cdot 10^{-6}$	3	0,25	2850	14	0,81
43	27	1,27	$16 \cdot 10^{-6}$	18	0,65	2950	16	0,82
44	26	1,28	$17 \cdot 10^{-6}$	12	0,55	3000	18	0,83
45	25	1,29	$18 \cdot 10^{-6}$	9	0,45	2900	20	0,84
46	24	1,3	$19 \cdot 10^{-6}$	8	0,4	2800	22	0,85
47	23	1,29	$20 \cdot 10^{-6}$	6	0,35	2700	24	0,86
48	22	1,28	$21 \cdot 10^{-6}$	4	0,3	2600	26	0,87
49	21	1,27	$14 \cdot 10^{-6}$	3	0,25	2500	28	0,88
50	20	1,26	$15 \cdot 10^{-6}$	8	0,4	2400	30	0,89

Темы письменных работ

№ п/п	Темы
1.	Основные механизмы осаждения частиц пылегазовых выбросов
2.	Гравитационное и инерционное осаждение частиц пылегазовых выбросов
3.	Осаждение под действием центробежной силы частиц пылегазовых выбросов
4.	Диффузионное осаждение частиц пылегазовых выбросов
5.	Электрическое осаждение частиц пылегазовых выбросов

Краткое описание и регламент выполнения

1. Цель занятия: ознакомиться с принципом работы циклона – аппарата сухой механической очистки от пыли и рассчитать основные его параметры для выбранного источника образования пыли.

2. Алгоритм выполнения практического задания

1. Изучить теоретические сведения по принципу действия циклона и методу его расчета
2. Выбрать вариант задания
3. Произвести необходимые расчеты для выбора типа циклона, обеспечивающего требуемую эффективность очистки газа
4. Составить отчет по практическому занятию.

3. Ожидаемый (е) результат (ы): расчет следующих характеристик циклона:

- Выбор марки циклона, исходя из заданного размера частиц пыли
- Диаметр циклона
- Действительная скорость движения газа в циклоне
- Диаметр реально осаждаемых частиц с эффективностью 50% при рабочих условиях
- Эффективность очистки газа в циклоне
- Гидравлическое сопротивление циклона
- Мощность привода устройства для подачи газа к циклону
- Концентрация пыли на выходе из циклона
- Вывод о правильности (не правильности) выбора марки циклона

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если практическое задание выполнено грамотно или имеет несущественные замечания, выполнен отчет по занятию.
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если практическое задание не выполнено, имеет грубые ошибки, не подготовлен отчет.

7.2.3. Практическое занятие №3 «Расчет решеток для очистки сточных вод»

Типовые примеры заданий

Произвести расчет решеток для очистки сточных вод

Варианты заданий

№ варианта	Средний расход стоков на объекте q , л/с	Угол установки решеток к горизонту α , °	Толщина стержней решетки S , мм	Форма стержней решетки	Очистка решеток
1	500	60	6	круглая	ручная
2	600	65	8	прямоуг.	механич.
3	700	70	10	круглая	ручная
4	800	60	6	прямоуг.	механич.
5	900	65	8	круглая	ручная
6	1000	70	10	прямоуг.	механич.
7	1100	60	6	круглая	ручная
8	1200	65	8	прямоуг.	механич.
9	1300	70	10	круглая	ручная
10	1400	60	12	прямоуг.	механич.
11	1500	65	14	круглая	ручная
12	1600	70	16	прямоуг.	механич.
13	1700	60	18	круглая	ручная
14	1800	65	20	прямоуг.	механич.
15	1900	70	10	круглая	ручная

№ вари- анта	Средний расход стоков на объекте q , л/с	Угол установки решеток к горизонту α , °	Толщина стержней решетки S , мм	Форма стержней решетки	Очистка решеток
16	2000	60	12	прямоуг.	механич.
17	2100	65	14	круглая	ручная
18	2200	70	16	прямоуг.	механич.
19	2300	60	18	круглая	ручная
20	2400	65	20	прямоуг.	механич.
21	2500	60	6	прямоуг.	механич.
22	500	65	8	круглая	ручная
23	600	70	10	прямоуг.	механич.
24	700	60	6	круглая	ручная
25	800	65	8	прямоуг.	механич.
26	900	70	10	круглая	ручная
27	1000	60	6	прямоуг.	механич.
28	1100	65	8	круглая	ручная
29	1200	70	10	прямоуг.	механич.
30	1300	60	12	круглая	ручная
31	1400	65	14	прямоуг.	механич.
32	1500	70	16	круглая	ручная
33	1600	60	18	прямоуг.	механич.
34	1700	65	20	круглая	ручная
35	1800	70	10	прямоуг.	механич.
36	1900	60	12	круглая	ручная
37	2000	65	14	прямоуг.	механич.
38	2100	70	16	круглая	ручная
39	2200	60	18	прямоуг.	механич.
40	2300	65	20	круглая	ручная
41	2400	60	14	прямоуг.	механич.
42	2500	65	16	круглая	ручная
43	1000	70	18	прямоуг.	механич.
44	1100	60	20	круглая	ручная
45	1200	65	10	прямоуг.	механич.
46	1300	70	12	круглая	ручная

№ варианта	Средний расход стоков на объекте q , л/с	Угол установки решеток к горизонту α , °	Толщина стержней решетки S , мм	Форма стержней решетки	Очистка решеток
47	1400	60	14	прямоуг.	механич.
48	1500	65	16	круглая	ручная
49	1600	70	18	прямоуг.	механич.
50	1700	60	20	круглая	ручная

Темы письменных работ

№ п/п	Темы
1.	Характеристика состава сточных вод и выбор технологий очистки сточных вод и состава очистных сооружений
2.	Классификация сточных вод по видам загрязнений
3.	Расчет сооружений механической очистки сточных вод. Основные принципы
4.	Расчет сооружений для очистки сточных вод от крупнодисперсных примесей: решетки, песколовки, отстойники
5.	Основы расчета сооружений для очистки сточных вод методом фильтрования

Краткое описание и регламент выполнения

1. Цель занятия: изучить методику и произвести расчет решеток для очистки сточных вод.

2. Алгоритм выполнения практического задания

1. Изучить теоретические сведения и пример по методике расчет решеток для очистки сточных вод
2. Выбрать вариант задания
3. Произвести необходимые расчеты
4. Составить отчет по практическому занятию.

3. Ожидаемый (е) результат (ы): расчет следующих характеристик решеток для очистки сточных вод:

- Число прозоров решетки (решеток)
- Количество и общая ширина решеток
- Ширина каждой из решеток
- Коэффициент местного сопротивления решетки
- Потери напора в решетках

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если практическое задание выполнено грамотно или имеет несущественные замечания, выполнен отчет по занятию.
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если практическое задание не выполнено, имеет грубые ошибки, не подготовлен отчет.

7.2.4. Практическое занятие №4 «Расчет песколовок для очистки сточных вод»

Типовые примеры заданий

Рассчитать параметры горизонтальной песколовки

Варианты заданий

№ варианта	Максимальный расход сточных вод q , м ³ /с	Гидравлическая крупность частиц песка u_0 , мм/с	Концентрация взвешенных веществ в стоке C_0 , мг/л
1	1,0	15	1000
2	1,1	16	950
3	1,2	17	900
4	1,3	18	850
5	1,4	19	800
6	1,5	20	750
7	1,6	15	700
8	1,7	16	650
9	1,8	17	600
10	1,9	18	550
11	2,0	19	500
12	1,0	20	500
13	1,1	15	550
14	1,2	16	600
15	1,3	17	650
16	1,4	18	700
17	1,5	19	750
18	1,6	20	800
19	1,7	15	850
20	1,8	16	900
21	1,9	17	950
22	2,0	18	1000
23	1,0	19	1000
24	1,1	20	950
25	1,2	15	900
26	1,3	16	850
27	1,4	17	800

28	1,5	18	750
29	1,6	19	700
30	1,7	20	650
31	1,8	15	600
32	1,9	16	550
33	2,0	17	500
34	1,0	18	500
35	1,1	19	550
36	1,2	20	600
37	1,3	15	650
38	1,4	16	700
39	1,5	17	750
40	1,6	18	800
41	1,7	19	850
42	1,8	20	900
43	1,9	15	950
44	2,0	16	1000
45	1,0	17	500
46	1,1	18	1000
47	1,2	19	950
48	1,3	20	900
49	1,4	15	850
50	1,5	16	800

Темы письменных работ

№ п/п	Темы
1.	Расчет скорых напорных фильтров, медленных каркасно-засыпных фильтров. Основные принципы
2.	Основы расчета смесителей и камер хлопьеобразования, напорного флотатора, адсорбера
3.	Основы расчета сооружений биохимической очистки сточных вод

Краткое описание и регламент выполнения

1.Цель занятия: ознакомиться с методикой и рассчитать параметры песколовок для очистки сточных вод.

2. Алгоритм выполнения практического задания

1. Изучить теоретические сведения и пример по методике расчет песколовок для очистки

сточных вод

2. Выбрать вариант задания
3. Произвести необходимые расчеты
4. Составить отчет по практическому занятию

3. Ожидаемый (е) результат (ы): расчет следующих характеристик горизонтальной песколовки для очистки сточных вод:

- Длина горизонтальной песколовки.
- Время протекания сточных вод в песколовке
- Площадь живого сечения песколовки
- Ширина песколовки, число отделений и ширина одного отделения
- Общий объем задержанного осадка и его толщина
- Общая строительная глубина песколовки

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если практическое задание выполнено грамотно или имеет несущественные замечания, выполнен отчет по занятию.
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если практическое задание не выполнено, имеет грубые ошибки, не подготовлен отчет.

7.2.5. Практическое занятие №5 «Расчет аккумулирующей емкости для очистки сточных вод»

Типовые примеры заданий

Рассчитать размеры аккумулирующей емкости для очистки сточных вод

Варианты заданий

№ варианта	Площадь предприятия F , га	Площадь предприятия, подвергающаяся мокрой уборке F_m , га	Отрасль предприятия	Общий коэффициент стока дождевых вод ψ_d	Концентрации взвешенных веществ в исходной воде C_o , мг/л	Концентрации взвешенных веществ в очищенной воде $C_{оч}$, мг/л	Период накопления осадка t , лет	Среднее количество моек в год
1	50	30	черная металлургия	0,1	500	60	2	20
2	60	30	машиностроение	0,2	600	70	3	30
3	70	40	пищевая промышл.	0,3	700	80	4	40
4	80	40	автотранспорт	0,4	800	90	5	10
5	90	45	нефтепереработка	0,5	900	100	2	20
6	100	50	цветная металлургия	0,6	1000	110	3	30
7	110	60	химия	0,7	1100	120	4	40
8	120	60	микробиология	0,8	1200	130	5	10
9	130	65	черная металлургия	0,1	1300	140	2	30
10	140	70	машиностроение	0,2	1400	150	3	40

№ варианта	Площадь предприятия F , га	Площадь предприятия, подвергающаяся мокрой уборке F_m , га	Отрасль предприятия	Общий коэффициент стока дождевых вод ψ_d	Концентрации взвешенных веществ в исходной воде C_o , мг/л	Концентрации взвешенных веществ в очищенной воде $C_{оч}$, мг/л	Период накопления осадка t , лет	Среднее количество моек в год
11	150	80	пищевая промышл.	0,3	1500	160	4	10
12	50	25	автотранспорт	0,4	1600	170	5	20
13	60	35	нефтепереработка	0,5	1700	180	2	30
14	70	40	цветная металлургия	0,6	1800	190	3	20
15	80	50	химия	0,7	1900	200	4	30
16	90	40	микробиология	0,8	2000	200	5	40
17	100	45	черная металлургия	0,1	500	60	2	10
18	110	50	машиностроение	0,2	600	70	3	20
19	120	50	пищевая промышл.	0,3	700	80	4	30
20	130	60	автотранспорт	0,4	800	90	5	40
21	140	65	нефтепереработка	0,5	900	100	2	10
22	150	80	цветная металлургия	0,6	1000	110	3	20
23	50	30	химия	0,7	1100	120	4	30
24	60	30	микробиология	0,8	1200	130	5	40
25	70	45	черная	0,1	1300	140	2	10

№ варианта	Площадь предприятия F , га	Площадь предприятия, подвергающаяся мокрой уборке F_m , га	Отрасль предприятия	Общий коэффициент стока дождевых вод ψ_d	Концентрации взвешенных веществ в исходной воде C_o , мг/л	Концентрации взвешенных веществ в очищенной воде $C_{оч}$, мг/л	Период накопления осадка t , лет	Среднее количество моек в год
			металлургия					
26	80	35	машиностроение	0,2	1400	150	3	20
27	90	40	пищевая промышл.	0,3	1500	160	4	30
28	100	45	автотранспорт	0,4	1600	170	5	40
29	110	50	нефтепереработка	0,5	1700	180	2	10
30	120	50	цветная металлургия	0,6	1800	190	3	20
31	130	60	химия	0,7	1900	200	4	30
32	140	65	микробиология	0,8	2000	200	5	40
33	150	70	черная металлургия	0,1	500	60	2	10
34	50	20	машиностроение	0,2	600	70	3	20
35	60	25	пищевая промышл.	0,3	700	80	4	30
36	70	30	автотранспорт	0,4	800	90	5	40
37	80	35	нефтепереработка	0,5	900	100	2	10
38	90	40	цветная металлургия	0,6	1000	110	3	20
39	100	45	химия	0,7	1100	120	4	30

№ варианта	Площадь предприятия F , га	Площадь предприятия, подвергавшаяся мокрой уборке F_m , га	Отрасль предприятия	Общий коэффициент стока дождевых вод ψ_d	Концентрации взвешенных веществ в исходной воде C_o , мг/л	Концентрации взвешенных веществ в очищенной воде $C_{оч}$, мг/л	Период накопления осадка t , лет	Среднее количество моек в год
40	110	45	микробиология	0,8	1200	130	5	40
41	120	50	черная металлургия	0,1	1300	140	2	10
42	130	60	машиностроение	0,2	1400	150	3	20
43	140	60	пищевая промышл.	0,3	1500	160	4	30
44	150	65	автотранспорт	0,4	1600	170	5	40
45	50	20	нефтепереработка	0,5	1700	180	2	10
46	60	25	цветная металлургия	0,6	1800	190	3	20
47	70	30	химия	0,7	1900	200	4	30
48	80	35	микробиология	0,8	2000	200	5	40
49	90	40	пищевая промышл.	0,4	600	80	2	10
50	100	45	автотранспорт	0,5	700	90	3	40

Темы письменных работ

№ п/п	Темы
1.	Расчет сооружений химической и физико-химической очистки сточных вод. Основные принципы
2.	Основы расчета сооружений для нейтрализации и окисления сточных вод
3.	Расчет сооружений для очистки сточных вод физико-химическими методами (коагуляция, флотация, адсорбция). Основные принципы

Краткое описание и регламент выполнения

1. Цель занятия: ознакомиться с методикой и рассчитать параметры аккумулирующей емкости для очистки сточных вод.

2. Алгоритм выполнения практического задания

1. Изучить теоретические сведения по методике расчета аккумулирующей емкости для очистки сточных вод
2. Выбрать вариант задания
3. Произвести необходимые расчеты
4. Составить отчет по практическому занятию

3. Ожидаемый (е) результат (ы): расчет следующих характеристик аккумулирующей емкости для очистки сточных вод:

- Рабочий объем аккумулирующей емкости для однократного дождевого
- Рабочий объем аккумулирующей емкости для талого стока
- Общее количество поливочных вод
- Общий объем поверхностного стока
- Общий годовой объем поверхностного стока с учетом количества сухих дней в году
- Объем осадка
- Объем аккумулирующей емкости.
- Количество секций на прием стока от выбранного слоя осадков
- Рабочий объем, длина, высота и ширина одной секции

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если практическое задание выполнено грамотно или имеет несущественные замечания, выполнен отчет по занятию.
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если практическое задание не выполнено, имеет грубые ошибки, не подготовлен отчет.

7.2.6. Практическое занятие №6 «Расчет вместимости полигонов для складирования ТБО»

Типовые примеры заданий

Произвести расчет вместимости полигонов для складирования твердых отходов

Варианты заданий

№ варианта	Расчетный срок эксплуатации полигона T , лет	Годовая удельная норма накопления ТБО в населенном пункте $У_1$, $м^3/чел. \cdot год$	Количество обслуживаемого населения на год проектирования $Н_1$, тыс. чел.	Высота складирования ТБО H_n , м.
1	15	1,1	100	10
2	20	1,2	130	15
3	25	1,3	150	20
4	30	1,4	200	25
5	15	1,5	250	30
6	20	1,6	300	35
7	25	1,7	350	40
8	30	1,8	400	45
9	15	1,9	450	50
10	20	2,0	500	55
11	25	1,1	130	25
12	30	1,2	150	10
13	15	1,3	200	15
14	20	1,4	250	20
15	25	1,5	300	25
16	30	1,6	350	30
17	15	1,7	400	35
18	20	1,8	450	40
19	25	1,9	500	45
20	30	2,0	600	50
21	15	1,1	110	55
22	20	1,2	120	60
23	25	1,3	130	10
24	30	1,4	150	15
25	15	1,5	200	20
26	20	1,6	250	25
27	25	1,7	300	30
28	30	1,8	350	35
29	15	1,9	400	40
30	20	2,0	450	45
31	25	1,1	500	50
32	30	1,2	300	55
33	15	1,3	450	60
34	20	1,4	500	10
35	25	1,5	550	15
36	30	1,6	130	20
37	15	1,7	150	25
38	20	1,8	200	30
39	25	1,9	250	35
40	30	2,0	300	40
41	15	1,1	350	45
42	20	1,2	400	50

№ варианта	Расчетный срок эксплуатации полигона T , лет	Годовая удельная норма накопления ТБО в населенном пункте U_1 , $m^3/чел. \cdot год$	Количество обслуживаемого населения на год проектирования N_1 , тыс. чел.	Высота складирования ТБО H_n , м.
43	25	1,3	450	55
44	30	1,4	500	60
45	15	1,5	130	20
46	20	1,6	150	25
47	25	1,7	200	30
48	30	1,8	250	35
49	20	1,9	300	40
50	25	2,0	350	45

Темы письменных работ

№ п/п	Темы
1.	Расчет и проектирование сооружений для уменьшения или укрупнения размеров частиц техногенных отходов. Основные принципы
2.	Расчет сооружений физико-химической подготовки и переработки техногенных отходов. Основные принципы
3.	Расчет сооружений биологической подготовки и переработки техногенных отходов. Основные принципы
4.	Основы расчета сооружений для термической подготовки и переработки техногенных отходов
5.	Расчет и проектирование сооружений для сушки техногенных отходов. Основные принципы

Краткое описание и регламент выполнения

1. Цель занятия: изучить методику и произвести расчет вместимости полигонов для складирования твердых бытовых отходов (ТБО).

2. Алгоритм выполнения практического задания

- Изучить теоретические сведения по методике расчета вместимости полигонов для складирования твердых бытовых отходов
- Выбрать вариант задания
- Произвести необходимые расчеты
- Составить отчет по практическому занятию

3. Ожидаемый (е) результат (ы): расчет следующих характеристик полигона для складирования твердых бытовых отходов:

- Прогнозируемое количество обслуживаемого населения в течение необходимого времени эксплуатации полигона.
- Удельная годовая норма накопления ТБО по объему на последний год эксплуатации
- Проектируемая вместимость полигона
- Площадь участка складирования ТБО
- Требуемая площадь полигона
- Высота складирования ТБО

- Потребный объем грунта для изоляции равен
- Глубина котлована.
- Верхняя отметка полигона ТБО после его наружной изоляции слоем грунта требуемой толщины
- Габаритные размеры участка складирования для одной секции

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если практическое задание выполнено грамотно или имеет несущественные замечания, выполнен отчет по занятию.
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если практическое задание не выполнено, имеет грубые ошибки, не подготовлен отчет.

7.2.7. Практическое занятие №7 «Количественный анализ надежности систем обеспечения безопасности»

Типовые примеры заданий

Выполнить анализ надежности заданной системы обеспечения безопасности

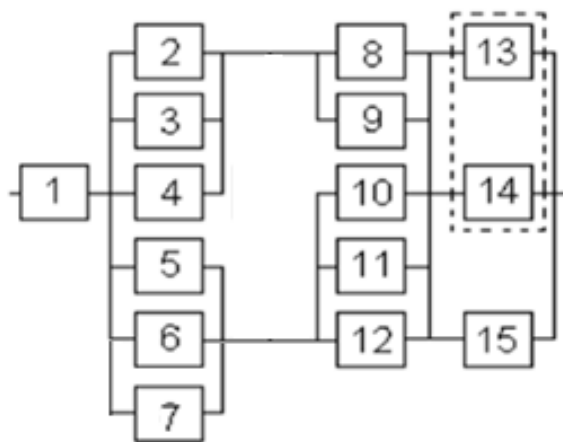
Варианты заданий

Вариант	Наработка $\tau, \%$	Интенсивность отказов элементов $\lambda_i, \times 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14-15
1	75	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
2	80	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,4
3	85	0,7	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3
4	90	0,6	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,7	0,7
5	95	0,6	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,7	0,7
6	75	0,1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
7	80	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
8	85	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
9	90	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
10	95	0,1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
11	75	0,7	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,6	0,6	0,6
12	80	0,8	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,5
13	85	0,9	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6
14	90	0,9	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4
15	95	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,4	0,4	0,4
16	75	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,6	0,6	0,6	0,6

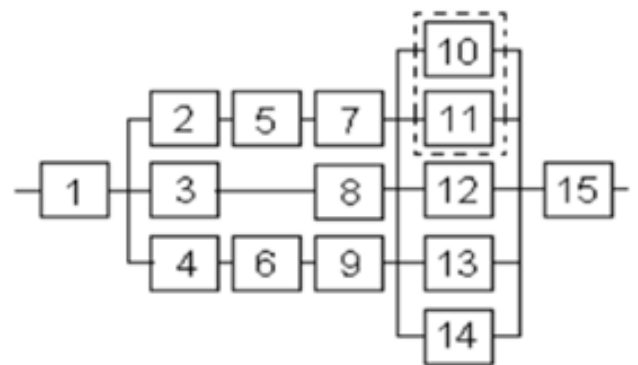
Вариант	Наработка $\eta, \%$	Интенсивность отказов элементов $\lambda_i, \times 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14-15
17	80	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,5	0,5	0,5
18	85	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6
19	90	0,7	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4
20	95	0,8	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,7	0,7	0,7	0,7	0,4	0,4	0,4	0,4
21	75	0,5	0,1	0,1	0,5	0,5	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	0,6	0,6	0,6	0,6
22	80	0,6	0,2	0,2	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7
23	85	0,7	0,1	0,1	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6
24	90	0,8	0,2	0,2	0,6	0,6	0,6	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4
25	95	0,9	0,2	0,2	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4	0,4	0,4	0,4
26	75	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,3
27	80	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,4
28	85	0,5	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,5
29	90	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6
30	95	0,7	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,7
31	75	0,1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,1	0,1	0,1
32	80	0,2	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,2	0,2	0,2
33	85	0,3	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,3	0,3	0,3
34	90	0,4	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,4	0,4	0,4
35	95	0,5	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,5	0,5	0,5
36	75	0,2	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,2
37	80	0,3	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,3
38	85	0,4	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,4
39	90	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5
40	95	0,6	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,6
41	75	1	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1
42	80	0,8	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8
43	85	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7
44	90	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,6
45	95	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,5
46	75	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,9	0,9	0,7

Вариант	Наработка $\tau, \%$	Интенсивность отказов элементов $\lambda_i, \times 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14-15
47	80	0,6	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,5	0,5	0,6
48	85	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,6	0,6	0,5
49	90	0,4	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	0,8	0,4
50	95	0,3	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,3

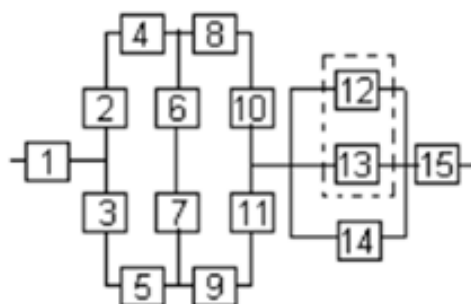
Варианты структурных схем надежности



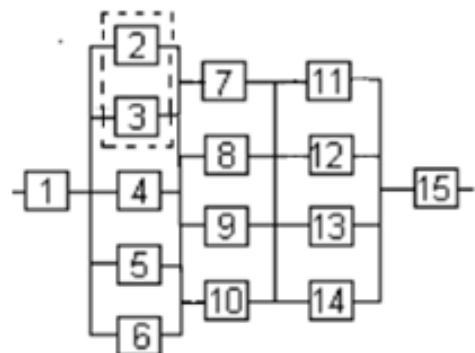
Вариант 1-5



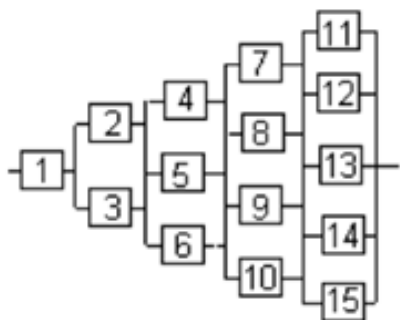
Вариант 6-10



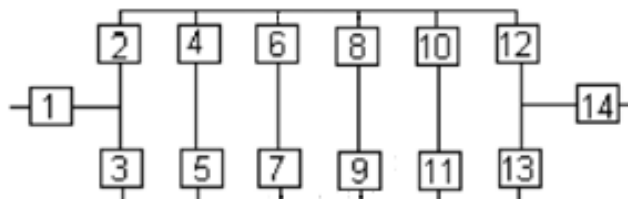
Вариант 11-15



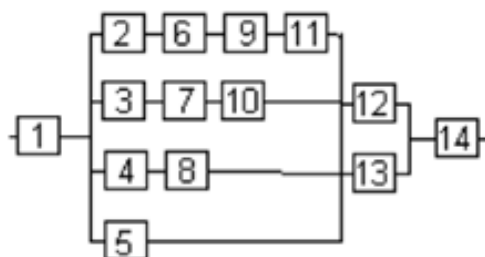
Вариант 16-20



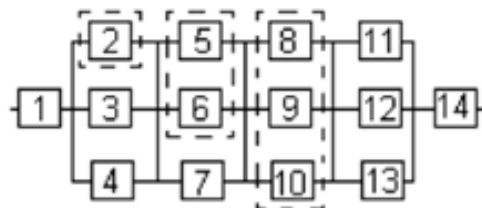
Вариант 21-25



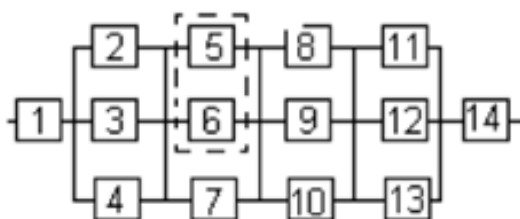
Вариант 26-30



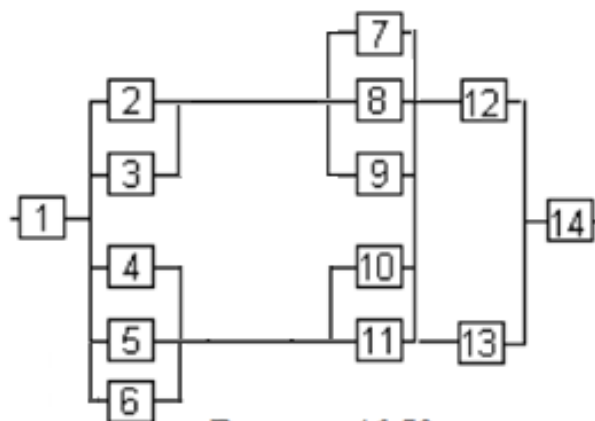
Вариант 31-35



Вариант 36-40



Вариант 41-45



Вариант 46-50

Темы письменных работ

№ п/п	Темы
1.	Основные методы анализа надежности технических систем
2.	Математический аппарат анализа надежности
3.	Статистика и надежность. Законы распределения.

Краткое описание и регламент выполнения

1. Цель занятия: изучить основные методы анализа надежности сложных технических систем на примере конкретной системы обеспечения безопасности.

2. Алгоритм выполнения практического задания

1. Изучить основные теоретические сведения и пример анализа надежности
2. Выбрать вариант задания к работе

3. Выполнить количественный анализ надежности заданной системы в соответствии с изученным теоретическим материалом и примером расчета
4. Составить отчет по практическому занятию

3. Ожидаемый (е) результат (ы): преобразование заданной структуры системы к наиболее простому виду с последовательным соединением элементов и расчет следующих характеристик надежности системы:

- расчет надежности каждого элемента и всей системы при ее наработке в выбранном временном интервале $t_i, \times 10^6 \text{ч}$
- расчет надежности каждого элемента и всей системы при ее наработке в последующих временных интервалах до $t_n, \times 10^6 \text{ч}$, где n – количество выбранных временных интервалов
- построение графика изменения надежности системы в зависимости от времени наработки $t_i, \times 10^6 \text{ч}$

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если практическое задание выполнено грамотно или имеет несущественные замечания, выполнен отчет по занятию.
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если практическое задание не выполнено, имеет грубые ошибки, не подготовлен отчет.

7.2.8. Практическое занятие №8 «Выбор и обоснование методов повышения надежности систем обеспечения безопасности»

Типовые примеры заданий

На основе данных, полученных в практическом задании №7, выполнить расчет следующих характеристик:

- структурный(е) элемент(ы) с наименьшей надежностью
- требуемое повышение надежности выявленного структурного (ых) элемента (ов) для увеличения наработки всей системы
- расчет надежности каждого элемента и всей системы при ее увеличенной наработке в выбранном временном интервале $t_i, \times 10^6 \text{ч}$
- расчет надежности каждого элемента и всей системы при ее увеличенной наработке в последующих временных интервалах до $t_n, \times 10^6 \text{ч}$, где n – количество выбранных временных интервалов
- построение графика изменения надежности системы с увеличенной наработкой в зависимости от времени наработки $t_i, \times 10^6 \text{ч}$
- рекомендации по повышению надежности заданной системы на этапах ее проектирования, изготовления и эксплуатации

Темы письменных работ

№ п/п	Темы
1.	Перспективные методы повышения надежности технических систем в процессе их проектирования.
2.	Перспективные методы повышения надежности технических систем в процессе их технологической подготовки производства
3.	Перспективные методы повышения надежности технических систем в процессе их изготовления
4.	Перспективные методы повышения надежности технических систем в процессе их эксплуатации.

Краткое описание и регламент выполнения

1. Цель занятия: изучить методы повышения надежности сложных систем и разработать мероприятия повышения надежности заданной системы обеспечения безопасности на основе выявления наиболее ненадежного узла.

2. Алгоритм выполнения практического задания

1. Изучить теоретические сведения по методам повышения надежности сложных систем
2. Изучить пример расчета
3. Для технической системы, выбранной в практическом задании №7, в соответствии с полученными в той же работе результатами выполнить расчет выявления и повышения надежности наиболее ненадежного узла.
4. Разработать дополнительные мероприятия по повышению надежности заданной системы обеспечения безопасности на этапах проектирования, изготовления и эксплуатации.
5. Составить отчет по практическому занятию

3. Ожидаемый (е) результат (ы): на основе данных, полученных в практическом задании №7, выполнен расчет следующих характеристик:

- структурный(е) элемент(ы) с наименьшей надежностью
- требуемое повышение надежности выявленного структурного (ых) элемента (ов) для увеличения наработки всей системы
- расчет надежности каждого элемента и всей системы при ее увеличенной наработке в выбранном временном интервале t_i , $\times 10^6$ ч
- расчет надежности каждого элемента и всей системы при ее увеличенной наработке в последующих временных интервалах до t_n , $\times 10^6$ ч, где n - количество выбранных временных интервалов
- построение графика изменения надежности системы с увеличенной наработкой в зависимости от времени наработки t_i , $\times 10^6$ ч
- рекомендации по повышению надежности заданной системы на этапах ее проектирования, изготовления и эксплуатации

4. Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если практическое задание выполнено грамотно или имеет несущественные замечания, выполнен отчет по занятию.
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если практическое задание не выполнено, имеет грубые ошибки, не подготовлен отчет.

7.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

7.3.1. Вопросы к промежуточной аттестации

Семестр 3

№ п/п	Вопросы к экзамену
1.	Основные понятия систем обеспечения экологической безопасности
2.	Понятие экологической опасности: источники, факторы возникновения, объекты воздействия, последствия и их ликвидация
3.	Техногенный объект. Основные понятия систем обеспечения экологической безопасности
4.	Закономерности формирования инженерных систем обеспечения экологической безопасности
5.	Формирование инженерных систем обеспечения экологической безопасности. Проектирование
6.	Нормативно-техническая база и процедура расчета и проектирования систем обеспечения безопасности
7.	Экологическое законодательство. Требования к системам обеспечения безопасности
8.	Процедура расчета и проектирования систем обеспечения безопасности. Стадии проектирования
9.	Общие требования в области охраны окружающей среды при размещении, проектировании, строительстве, реконструкции, вводе в эксплуатацию, эксплуатации, консервации техногенных объектов
10.	Классификация источников загрязнений атмосферы, свойства и характеристика выбросов
11.	Стандарты по качеству воздушного бассейна, опасные концентрации загрязняющих веществ
12.	Классификация источников загрязнений атмосферы
13.	Свойства и характеристики выбросов. Классификация выбросов. Нормирование выбросов
14.	Снижение интенсивности образования выбросов. Рассеивание выбросов в атмосфере. Регулирование выбросов в зависимости от метеорологических условий
15.	Расчет и проектирование сооружений механической очистки пылегазовых выбросов
16.	Основные механизмы осаждения частиц пылегазовых выбросов
17.	Гравитационное и инерционное осаждение частиц пылегазовых выбросов
18.	Осаждение под действием центробежной силы частиц пылегазовых выбросов
19.	Диффузионное осаждение частиц пылегазовых выбросов
20.	Электрическое осаждение частиц пылегазовых выбросов
21.	Основные методы улавливания пылей. Аппаратура и рабочие параметры процесса улавливания пылей
22.	Принципы расчета, проектирования систем и технологического оборудования химических методов очистки выбросов
23.	Абсорбционные методы очистки газов от газообразных соединений:
24.	Физико-химические закономерности процессов физической абсорбции
25.	Основы хемосорбционных процессов
26.	Циркуляционные процессы физической и химической абсорбции. Требования к абсорбентам

27.	Аппаратурное оформление абсорбционных процессов. Методы регенерации абсорбентов
28.	Адсорбционные методы очистки газов от газообразных соединений Кинетика адсорбции-десорбции. Динамика адсорбции
29.	Определение времени защитного действия слоя и высоты занятойающего слоя адсорбентов. Методы регенерации адсорбентов
30.	Конструкции адсорберов. Интенсификация адсорбционных процессов
31.	Каталитические методы очистки газов
32.	Термические методы обезвреживания газов
33.	Некаталитические методы очистки газов
34.	Биохимическая очистка газов
35.	Конденсационные методы очистки газов
36.	Промышленное применение технологий обезвреживания выбросов в атмосферу
37.	Характеристика состава сточных вод и выбор технологий очистки сточных вод и состава очистных сооружений
38.	Классификация сточных вод по видам загрязнений
39.	Расчет сооружений механической очистки сточных вод. Основные принципы
40.	Расчет сооружений для очистки сточных вод от крупнодисперсных примесей: решетки, песколовки, отстойники
41.	Основы расчета сооружений для очистки сточных вод методом фильтрования
42.	Расчет скорых напорных фильтров, медленных каркасно-засыпных фильтров. Основные принципы
43.	Расчет сооружений химической и физико-химической очистки сточных вод. Основные принципы
44.	Основы расчета сооружений для нейтрализации и окисления сточных вод
45.	Расчет сооружений для очистки сточных вод физико-химическими методами (коагуляция, флотация, адсорбция). Основные принципы
46.	Основы расчета смесителей и камер хлопьеобразования, напорного флотатора, адсорбера
47.	Основы расчета сооружений биохимической очистки сточных вод
48.	Классификация, состав и свойства техногенных отходов, их характеристика
49.	Расчет сооружений механической подготовки и переработки техногенных отходов. Основные принципы
50.	Расчет и проектирование сооружений для классификации техногенных отходов. Основные принципы
51.	Расчет и проектирование сооружений для уменьшения или укрупнения размеров частиц техногенных отходов. Основные принципы
52.	Расчет сооружений физико-химической подготовки и переработки техногенных отходов. Основные принципы
53.	Расчет сооружений биологической подготовки и переработки техногенных отходов. Основные принципы
54.	Основы расчета сооружений для термической подготовки и переработки техногенных отходов
55.	Расчет и проектирование сооружений для сушки техногенных отходов. Основные принципы
56.	Расчет и проектирование сооружений для пиролиза техногенных отходов. Основные принципы
57.	Расчет и проектирование сооружений для сжигания техногенных отходов
58.	Классификация методов повышения надежности систем обеспечения безопасности
59.	Порядок количественного анализа надежности технических систем

7.3.2. Критерии и нормы оценки

Семестр	Форма проведения промежуточной аттестации	Критерии и нормы оценки	
3	Экзамен (по накопительному рейтингу)	«отлично»	Общая сумма баллов, набранных при выполнении практических заданий и итогового тестирования, составляет 80-100
		«хорошо»	Общая сумма баллов, набранных при выполнении практических заданий и итогового тестирования, составляет 60-79
		«удовлетворительно»	Общая сумма баллов, набранных при выполнении практических заданий и итогового тестирования, составляет 40-59
		«неудовлетворительно»	Общая сумма баллов, набранных при выполнении практических заданий и итогового тестирования, составляет 0-39.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Обязательная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Мельников В. П.	Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]	учебник	2019	ЭБС "ZNANIUM.COM"
2	Ветошкин А. Г.	Основы инженерной экологии [Электронный ресурс]	учеб. пособие	2018	ЭБС Лань

8.2. Дополнительная литература

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно-методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименование ЭБС
1	Фролов А. В.	Управление техносферной безопасностью [Электронный ресурс]	учеб. пособие	2016	ЭБС "IPRbooks"
2	Мельников В. П.	Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]	учебник	2017	ЭБС "ZNANIUM.COM"
3	Занько, Н. Г.	Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]	учебник	2017	ЭБС "Лань"
4	Ветошкин, А. Г.	Обеспечение надежности и безопасности в техносфере [Электронный ресурс] :	учеб. пособие	2016	ЭБС "Лань"

№ п/ п	Авторы, составители	Заглавие (заголовок)	Тип (учебник, учебное пособие, учебно- методическое пособие, практикум, др.)	Год издания	Количество в научной библиотеке / Наименован ие ЭБС
5	Рашоян И. И.	Расчет, проектирование и повышение надежности систем обеспечения безопасности [Электронный ресурс]	учеб.-метод. пособие	2017	Репозиторий ТГУ

8.3. Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

- КонсультантПлюс [Электронный ресурс]: справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации. — Режим доступа: <http://www.consultant.ru>
- Гарант [Электронный ресурс]: информационно-правовое обеспечение — Режим доступа: <http://ivo.garant.ru/>
- Интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://academygps.ru/1280/>
- Журнал «Безопасность жизнедеятельности» [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.novtex.ru/bjd/>
- WebofScience [Электронный ресурс] : мультидисциплинарная реферативная база данных. – Philadelphia: ClarivateAnalytics, 2016– . – Режим доступа : <apps.webofknowledge.com>. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Scopus [Электронный ресурс] : реферативная база данных. – Netherlands: Elsevier, 2004– . – Режим доступа: <scopus.com>. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- Elibrary [Электронный ресурс] : научная электронная библиотека. – Москва : НЭБ, 2000– . – Режим доступа: <elibrary.ru>. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.
- SpringerLink [Электронный ресурс] : [база данных]. – Switzerland: SpringerNature, 1842– . – Режим доступа: <link.springer.com>. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- ScienceDirect [Электронный ресурс] : коллекция электронных книг издательства Elsevier. – Netherlands: Elsevier, 2018– . – Режим доступа: <sciencedirect.com>. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- Cambridgeuniversitypress [Электронный ресурс] : журналы издательства. – Cambridge: Cambridgeuniversitypress, 2018– . – Режим доступа: <cambridge.org>. – Загл. с экрана. – Яз. англ.
- NEICON [Электронный ресурс]: электронная информация: архив научных журналов. – Москва: НЭИКОН, 2002– . – Режим доступа: <neicon.ru/resources/archive>. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

8.4. Перечень программного обеспечения

№ п/п	Наименование ПО	Реквизиты договора (дата, номер, срок действия)
1	Windows	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно
2	Office Standart	Договор № 690 от 19.05.2015г., срок действия - бессрочно; Договор № 727 от 20.07.2016г., срок действия - бессрочно
3.	Консультант+	Договор №1522 от 25.12.2015, срок действия - бессрочно
4	Mirapolis Virtual Room до 500 участников	Договор 868/2017 от 31.07.2017

8.5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

№ п/п	Наименование оборудованных учебных кабинетов, лабораторий, мастерских и др. объектов для проведения практических и лабораторных занятий, помещений для самостоятельной работы обучающихся (номер аудитории)	Перечень основного оборудования
1	Аудитория вебконференций. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации УЛК - 807	Экран телевизионный, ширмы, прожектор на штативе. стол преподавательский, стулья преподавательские., Транспарант-перетяжка, системный блок
2	Аудитория вебконференций. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации УЛК-810	Экран телевизионный, ширма, прожектор на штативе. стол преподавательский, стул преподавательский, транспарант-перетяжка, системный блок
3	Компьютерный класс. Помещение для самостоятельной работы. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа. Учебная аудитория для курсового проектирования (выполнения курсовых работ). Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций. Учебная аудитория для проведения занятий текущего контроля и промежуточной аттестации. Г-401	Столы ученические, стулья ученические, ПК с выходом в сеть Интернет