


МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
Ястребинский Р.Н.
Ястребинский Р.Н.
« 15 » 05 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

Надёжность технических систем и техногенный риск

направление подготовки (специальность):

20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность программы (профиль, специализация):

Безопасность технологических процессов и производств

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

очная

Институт химико-технологический
Кафедра: безопасности жизнедеятельности

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:


- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриата по направлению подготовки 20.03.01 – Техносферная безопасность, утвержденного приказа Министерства высшего образования и науки РФ от 25.05.2020 №680;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель: канд. техн. наук, доцент  (Носатова ЕА.)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

безопасности жизнедеятельности


« 14 » 05 2021 г., протокол № 4

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф.  (Лопанов А.Н.)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой

безопасности жизнедеятельности


« 14 » 05 2021 г., протокол № 4

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф.  (Лопанов А.Н.)

« 14 » 05 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией
химико-технологического института

« 15 » 05 2021 г., протокол № 9

Председатель канд. техн. наук, доцент  (Порожнюк Л.А.)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
профессиональная компетенция	ПК-7. Способен определять опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска	ПК-7.1. Оценивает риск и определяет меры по обеспечению безопасности техносферы	В результате освоения дисциплины обучающийся должен Знать: виды рисков, методы их оценки и меры по обеспечению безопасности техносферы Уметь: оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности техносферы Владеть: способностью оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности техносферы

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-7. Способен определять опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Теория горения и взрыва
2	Физическая химия дисперсных систем и поверхностных явлений
3	Промышленная экология
4	Безопасность технологических процессов и производств
5	Надежность технических систем и техногенный риск
6	Промышленная безопасность опасных производственных объектов
7	Оценка профессионального риска
8	Производственная преддипломная практика
9	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 6
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	73	73
лекции	34	34
лабораторные	-	-
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	107	107
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	53	53
Экзамен	36	36

4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 3 Семестр 6

№ п/п	Наименование раздела (модуля)	К-во лекционных часов	Объем на тематический раздел, час		
			Практические и др. занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1	2	3	4	5	6
1. Основные понятия надежности технических систем.					
1	<p>Введение в курс.</p> <p>Надежность как комплексное свойство технического объекта выполнять заданные функции, сохраняя свои основные характеристики в установленных пределах, при определенных условиях эксплуатации.</p> <p>Система стандартов «Надежность в технике». Показатели надежности технических систем. Безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость как составные части надёжности. Показатели безотказности невосстанавливаемых объектов. Показатели безотказности восстанавливаемых объектов. Комплексные показатели надёжности.</p>	4	2	-	5
2	<p>Модели распределений, используемых в теории надежности.</p> <p>Закон распределения Пуассона. Экспоненциальное распределение. Нормальный закон распределения. Логарифмически нормальное распределение. Распределение Вейбулла. Гамма-распределение. Установление функции распределения показателей надежности по данным статистической информации.</p>	4	4	-	6
3	<p>Математические зависимости для оценки надежности.</p> <p>Функциональные зависимости надежности. Теорема сложения вероятностей. Теорема умножения вероятностей. Формула полной вероятности. Математическая модель надёжности объекта</p>	2	2	-	3
4	<p>Причины потери работоспособности технического объекта.</p> <p>Источники и причины изменения начальных параметров. Процессы, снижающие работоспособность системы. Понятия отказа. Классификация отказов. Физика отказов. Анализ закономерностей изменения свойств материалов. Множественные отказы.</p>	2	2	-	3

1	2	3	4	5	6
5	Основные характеристики надежности элементов и систем. Показатели надежности восстанавливаемого элемента. Надежность восстанавливаемых объектов. Показатели надежности системы, состоящей из независимых элементов. Выбор и обоснование показателей надежности технических систем. Методы расчёта надёжности восстанавливаемых объектов, в т.ч. применительно к системам производственной безопасности и защиты окружающей среды.	4	4	-	6
6	Надежность систем. Системы как объект надежности и их основные свойства. Расчет надежности систем. Структурная схема надёжности системы с последовательным соединением элементов. Структурные схемы надёжности систем с параллельным соединением элементов. Применение теории надёжности для оценки безопасности технических систем.	2	2	-	3
7	Логико-графические методы анализа надежности и риска. Определения и символы, используемые при построении дерева. Построение «дерева отказов». Качественная и количественная оценка «дерева отказов». Качественная и количественная оценка дерева отказов. Преимущества и недостатки метода «дерева отказов».	4	6	-	8
8	Методы обеспечения надежности сложных систем. Конструктивные способы обеспечения надежности. Технологические способы обеспечения надежности изделий в процессе изготовления. Резервирование как метод обеспечения надежности технологических систем на стадии их создания. Классификация способов резервирования и их характеристика. Обеспечение надежности сложных технических систем в условиях эксплуатации.	4	4	-	6
2. Анализ техногенного риска					
1	Основы теории и практики техногенного риска. Методология анализа и оценки риска. Качественные методы анализа риска. Количественная оценка риска. Применение теории риска в технических системах. Оценка риска аварий.	2	2	-	3

1	2	3	4	5	6
2	<p>Структура техногенного риска.</p> <p>Проблемы техногенной безопасности. Классификация потенциально опасных объектов и технологий по характеру возможных чрезвычайных ситуаций, возникающих в результате аварий на таких объектах. Опасности, последовательности событий, исходы аварий и их последствия. Структура полного ущерба как последствия аварий на технических объектах. Общая структура анализа техногенного риска. Допустимый риск. Нормативные значения риска для промышленных объектов.</p>	4	4	-	7
3	<p>Управление риском.</p> <p>Анализ ошибок персонала. Факторы деятельности и их влияние на безопасность объекта. Вероятности ошибочного и безошибочного выполнения различных операций. Статистический метод расчета вероятности безошибочного выполнения операции. Шкала вероятности ошибочных действий персонала.</p>	2	2	-	3
	ВСЕГО	34	34	-	53

4.2. Содержание практических занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	К-во часов СРС
1	Основные понятия надежности технических систем.	<p>1.1. Моделирование процессов в техносфере (2)</p> <p>1.2. Расчет числовых характеристик случайных величин. (4)</p> <p>1.3. Расчет показателей надежности. (2)</p> <p>1.4. Моделирование процессов возникновения происшествий в техносфере. (2)</p> <p>1.5. Методы расчёта надёжности восстанавливаемых объектов (2)</p> <p>1.6. Расчет надежности систем. (2)</p> <p>1.7. Применение методов анализа риска «дерева отказов и событий». (6)</p> <p>1.8. Применение способов резервирования обеспечения надежности технологических систем (4)</p>	24	12
2	Анализ техногенного риска	<p>2.1 Классификация промышленных объектов по степени опасности (2).</p> <p>2.2. Оценка опасности промышленного объекта (4).</p> <p>2.3. Оценка роли персонала в обеспечении надежности производственных систем. (4).</p>	10	5
			34	17
			ВСЕГО:	51

4.3. Содержание лабораторных занятий

Не предусмотрено учебным планом.

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания

Учебным планом предусмотрено выполнение одного РГЗ.

Цель выполнения РГЗ:

- закрепление учебного материала по дисциплине;
- развитие у обучающихся самостоятельного и творческого мышления;
- приобретение навыков применения на практике основных положений теории надёжности;
- овладение способностями прогнозировать и оценивать техногенный риск.

В процессе выполнения расчетно-графического задания осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитории и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

РГЗ состоит из двух частей:

- Расчёт показателей надёжности ТС.
- Оценка техногенного риска возникновения аварии на опасном производственном объекте с применением «дерева отказов» или «дерева последствий» (по выбору студента).

РГЗ выполняется по вариантам.

Примеры задач для РГЗ:

- I. Задача 1. Производилось наблюдение за работой трех экземпляров однотипной аппаратуры. За период наблюдения было зафиксировано по первому экземпляру аппаратуры 6 отказов, по второму и третьему—11 и 8 отказов соответственно. Нарботка первого экземпляра составила K_1 час, второго— K_2 и третьего— K_3 час. Требуется определить наработку аппаратуры на отказ.

$$K_1=181+\text{№ варианта}$$

$$K_2=329+\text{№ варианта}$$

$$K_3=245+\text{№ варианта}$$

Задача 2. Пусть время работы элемента до отказа подчинено экспоненциальному закону распределения с параметром $\lambda=2,5 \cdot 10^{-5}$ 1/час.

Требуется вычислить количественные характеристики надежности элемента $P(t)$, $f(t)$, T_{cp} , если $t=(500+\text{№ варианта})$, $(1000+\text{№ варианта})$, $(2000+\text{№ варианта})$ час.

Задача 3. Случайная величина X распределена по нормальному закону и представляет собой ошибку измерения датчика давления. При измерении датчик имеет систематическую ошибку в сторону завышения на $0,5+0,01 \cdot \text{№ вар.}$, МПа, среднее квадратическое отклонение ошибки измерения составляет $0,2+0,01 \cdot \text{№ вар.}$, МПа.

Найти вероятность того, что отклонение измеряемого значения от

истинного не превзойдет по абсолютной величине $0,7+0,01 \cdot N_{\text{в}} \text{ вар.}$, МПа. и др.

II. Взяв за основу любую аварийную ситуацию (потенциальную или реальную), построить дерево причин (дерево последствий). Сделать анализ и выводы. Объектом задаться самостоятельно.

Алгоритм решения задач рассматривается на практических занятиях.

РГЗ должно включать введение, основную часть (расчеты, разработка мероприятий), заключение, библиографический список.

На выполнение РГЗ предусмотрено 18 часов самостоятельной работы обучающегося.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ОПК-2. Способен обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
<i>ОПК-2.2. Выбирает методы и/или средства обеспечения безопасности человека (на производстве, в окружающей среде) и безопасности окружающей среды, которые обеспечивают риски на уровне допустимых значений</i>	<i>экзамен, защита РГЗ, собеседование, устный опрос</i>

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов
1	2	3
1. Основные понятия надежности технических систем.		
1	Надежность как комплексное свойство технического объекта выполнять заданные функции, сохраняя свои основные характеристики в установленных пределах, при определенных условиях эксплуатации.	Система стандартов «Надёжность в технике». Показатели надежности технических систем. Безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость как составные части надёжности. Показатели безотказности невосстанавливаемых объектов. Показатели безотказности восстанавливаемых объектов. Комплексные показатели надёжности.

2	Модели распределений, используемых в теории надежности.	Закон распределения Пуассона. Экспоненциальное распределение Нормальный закон распределения. Логарифмически нормальное распределение. Распределение Вейбулла. Гамма-распределение. Установление функции распределения показателей надежности по данным статистической информации.
3	Математические зависимости для оценки надежности.	Функциональные зависимости надежности. Теорема сложения вероятностей. Теорема умножения вероятностей. Формула полной вероятности. Математическая модель надёжности объекта
4	Причины потери работоспособности технического объекта.	Источники и причины изменения начальных параметров. Процессы, снижающие работоспособность системы. Понятия отказа. Классификация отказов. Физика отказов. Анализ закономерностей изменения свойств материалов. Множественные отказы.
5	Основные характеристики надежности элементов и систем.	Показатели надежности невосстанавливаемого элемента. Надежность восстанавливаемых объектов. Выбор и обоснование показателей надежности технических систем. Методы расчёта надёжности восстанавливаемых объектов.
6	Надежность технических систем.	Системы как объект надежности и их основные свойства. Расчет надежности систем. Структурная схема надёжности системы с последовательным соединением элементов. Структурные схемы надёжности систем с параллельным соединением элементов. Применение теории надёжности для оценки безопасности технических систем.
7	Логико-графические методы анализа надежности и риска.	Определения и символы, используемые при построении дерева. Построение «дерева отказов». Качественная оценка «дерева отказов». Количественная оценка дерева отказов. Преимущества и недостатки метода «дерева отказов».
8	Методы обеспечения надежности сложных систем.	Конструктивные способы обеспечения надежности. Технологические способы обеспечения надежности изделий в процессе изготовления. Резервирование как метод обеспечения надежности технологических систем на стадии их создания. Классификация способов резервирования и их характеристика. Обеспечение надежности сложных технических систем в условиях эксплуатации.
2. Анализ техногенного риска.		
1	Основы теории и практики техногенного риска..	Методология анализа и оценки риска. Качественные методы анализа риска. Количественная оценка риска. Применение теории риска в технических системах. Оценка риска аварий
2	Структура	Допустимый риск.

	техногенного риска.	Нормативные значения риска для промышленных объектов. Проблемы техногенной безопасности. Опасности, последовательности событий, исходы аварий и их последствия. Структура полного ущерба как последствия аварий на технических объектах. Общая структура анализа техногенного риска.
3	Управление риском.	Анализ ошибок персонала. Факторы деятельности и их влияние на безопасность объекта. Вероятности ошибочного и безошибочного выполнения различных операций. Статистический метод расчета вероятности безошибочного выполнения операции.

1.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Не предусмотрены учебным планом.

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Примерные задания, выносимые на практические занятия:

Тема 1. Надежность как комплексное свойство технического объекта выполнять заданные функции, сохраняя свои основные характеристики в установленных пределах, при определенных условиях эксплуатации.

Задание. Производилось наблюдение за работой трех экземпляров однотипной аппаратуры. За период наблюдения было зафиксировано по первому экземпляру аппаратуры 6 отказов, по второму и третьему - 11 и 8 отказов соответственно. Нарботка первого экземпляра составила t_1 час, второго - t_2 и третьего— t_3 час. Требуется определить наработку аппаратуры на отказ.

$$t_1 = 181 + \text{№ варианта}$$

$$t_2 = 329 + \text{№ варианта}$$

$$t_3 = 245 + \text{№ варианта}$$

Тема 2. Модели распределений, используемых в теории надежности.

Задание. Пусть время работы элемента до отказа подчинено экспоненциальному закону распределения с параметром $\lambda = 2,5 \cdot 10^{-5}$ 1/час.

Найти количественные характеристики надежности элемента $P(t)$, $a(t)$, T_{cp} , если $t_1 = (500 + \text{№ варианта})$, $t_2 = (1000 + \text{№ варианта})$, $t_3 = (2000 + \text{№ варианта})$, час.

Тема 3. Математические зависимости для оценки надежности.

Задание. На испытании находилось $N_0 = 1000$ образцов неремонтируемой аппаратуры. Число отказов $n(\Delta t)$ фиксировалось через каждые 100 час работы

($\Delta t=100$ час).

Вычислить количественные характеристики надежности и построить зависимости характеристик от времени. В таблице приведены данные об отказах.

$n(\Delta t_i) = n(\Delta t_i) + \text{№ варианта}$.

Таблица

Данные об отказах

Δt_i , час	$n(\Delta t_i)$	Δt_i , час	$n(\Delta t_i)$	Δt_i , час	$n(\Delta t_i)$
0—100	50	1000—1100	15	2000—2100	12
100—200	40	1100—1200	14	2100—2200	13
200—300	32	1200—1300	14	2200—2300	12
300—400	25	1300—1400	13	2300—2400	13
400—500	20	1400—1500	14	2400—2500	14
500—600	17	1500—1600	13	2500—2600	16
600—700	16	1600—1700	13	2600—2700	20
700—800	16	1700—1800	13	2700—2800	25
800—900	15	1800—1900	14	2800—2900	30
900—1000	14	1900—2000	12	2900—3000	40

Тема 4. Причины потери работоспособности технического объекта.

Задание. Известно, что интенсивность отказов $\lambda \Delta = (0,02 + 10^{-3} \text{ № варианта})$ 1/час, а среднее время восстановления $t_{в} = 10$ час. Вычислить функцию и коэффициент готовности изделия.

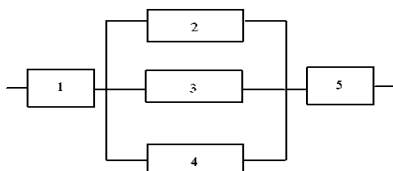
Тема 5. Основные характеристики надежности элементов и систем.

Задание. Пусть время работы элемента до отказа подчинено экспоненциальному закону распределения с параметром $\lambda = 2,5 * 10^{-5}$ 1/час.

Найти количественные характеристики надежности элемента $P(t)$, $a(t)$, $T_{ср}$, если $t_1 = (500 + \text{№ варианта})$, $t_2 = (1000 + \text{№ варианта})$, $t_3 = (2000 + \text{№ варианта})$, час.

Тема 6. Надежность технических систем.

Задание. Прибор составлен из 5 элементов, включенных по схеме. Вероятности отказов элементов соответственно: P_1 , P_2 , P_3 , P_4 , P_5 . Найти вероятность безотказной работы прибора.



№ варианта	Исходные данные для расчёта				
	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
1, 6, 14, 20	0.35	0.44	0.66	0.15	0.25
2,9,11,16	0.11	0.22	0.33	0.35	0.44
3,8,12, 18	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5

	0.15	0.25	0.35	0.20	0.35
4,7,13,17	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅
	0.20	0.35	0.45	0.66	0.15
5, 10,19,15	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄	P ₅
	0.66	0.15	0.13	0.35	0.44

Тема 7. Логико-графические методы анализа надежности и риска.

Задание. На основе дерева отказов рассчитать вероятность аварийной ситуации с пояснениями промежуточных и конечных значений. Сделать вывод.

Тема 8. Методы обеспечения надежности сложных систем.

Задание. Построить дерево последствий для любого потенциально опасного объекта. Провести анализ.

Тема 9. Основы теории и практики техногенного риска.

Задание. Провести численную оценку риска чепе технической системы и дать анализ его изменения, если известно, что при эксплуатации N однотипных агрегатов, подверженных общему фактору риска, за период в T лет: за первые T₁ лет произошло n₁ аварий, за последующие – n₂ аварий. Сделать вывод.

№ варианта	Исходные данные для расчёта				
	N	T	T ₁	n ₁	n ₂
1, 6, 14, 20	50	5	3	10	20
	100	10	5	20	30
2,9,11,16	150	10	5	20	50
	200	5	2	20	30
4,7,13,17	1000	10	5	125	250

Тема 10. Структура техногенного риска.

Задание. Провести численную оценку риска чепе технической системы, состоящей из 3-х подсистем с независимыми отказами. Вероятности отказов подсистем: P₁, P₂, P₃, ожидаемые ущербы от отказов подсистем U₁ руб, U₂ руб, U₃ руб.

№ варианта	Исходные данные для расчёта					
	P ₁	P ₂	P ₃	U ₁	U ₂	U ₃
1, 6, 14, 20	2.2·10 ⁻⁶	4.3·10 ⁻⁵	2.5·10 ⁻⁴	10 ⁶	10 ⁴	10 ⁵
	4.2·10 ⁻⁶	8.3·10 ⁻⁵	7.5·10 ⁻⁴	10 ⁵	10 ⁶	10 ⁶
2,9,11,16	8.2·10 ⁻⁶	9.3·10 ⁻⁵	5.5·10 ⁻⁴	10 ⁴	10 ⁵	10 ⁶
3,8,12, 18						
4,7,13,17						

	$6.2 \cdot 10^{-6}$	$7.3 \cdot 10^{-5}$	$2.5 \cdot 10^{-4}$	10^6	10^5	10^5
5, 10,19,15	P_1	P_2	P_3	U_1	U_2	U_3
	$1.2 \cdot 10^{-6}$	$1.3 \cdot 10^{-5}$	$1.5 \cdot 10^{-4}$	10^5	10^6	10^4

Тема 11. Управление риском.

Задание. Провести численную оценку риска чепе технической системы и дать анализ его изменения, если известно, что при эксплуатации N однотипных агрегатов, подверженных общему фактору риска, за период в T лет: за первые T_1 лет произошло n_1 аварий, за последующие – n_2 аварий. Сделать вывод.

№ варианта	Исходные данные для расчёта				
	N	T	T_1	n_1	n_2
1, 6, 14, 20	N	T	T_1	n_1	n_2
	50	5	3	10	20
2,9,11,16	N	T	T_1	n_1	n_2
	100	10	5	20	30
3,8,12, 18	N	T	T_1	n_1	n_2
	150	10	5	20	50
4,7,13,17	N	T	T_1	n_1	n_2
	200	5	2	20	30
5, 10,19,15	N	T	T_1	n_1	n_2
	1000	10	5	125	250

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Экзамен проводится в письменной форме. Экзаменационный билет включает в себя два теоретических вопроса и задачу. Время подготовки к ответу 1 час. Экзаменационный билет студент вытаскивает случайным образом. Кроме ответа студентом на теоретические вопросы билета и решения задачи, возможны дополнительные вопросы их перечня вопросов к экзамену.

Распределение вопросов и заданий по билетам находится в закрытом для студентов доступе. Ежегодно по дисциплине на заседании кафедры утверждается комплект билетов для проведения экзамена по дисциплине. Экзамен является наиболее значимым оценочным средством и решающим в итоговой отметке учебных достижений студента.

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
профессиональная компетенция	ПК-7. Способен определять опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска	ПК-7.1. Оценивает риск и определяет меры по обеспечению безопасности техносферы	В результате освоения дисциплины обучающийся должен Знать: виды рисков, методы их оценки и меры по обеспечению безопасности техносферы Уметь: оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности техносферы Владеть: способностью оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности техносферы

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
ПК-7 Способен определять опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска <i>ПК-7.1. Оценивает риск и определяет меры по обеспечению безопасности техносферы</i>	
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основ теории надежности и техногенного риска
	Знание виды рисков, методы их оценки и меры по обеспечению безопасности техносферы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
Умения	Умение правильно оценивать показатели надежности ТС
	Умение выбирать методы оценки техногенного риска с целью его минимизации
	Умение правильно оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности техносферы
Навыки	Владение способностью оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности техносферы

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
<i>Знание терминов, определений, понятий</i>	<i>Не знает термины и определения</i>	<i>Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок</i>	<i>Знает термины и определения</i>	<i>Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно</i>
<i>Знание основ теории надежности и техногенного риска</i>	<i>Не знает основ теории надежности и техногенного риска</i>	<i>Знает основы теории надежности и техногенного риска, но допускает неточности формулировок</i>	<i>Знает основы теории надежности и техногенного риска, их интерпретирует и использует</i>	<i>Знает основы теории надежности и техногенного риска, может самостоятельно их использовать</i>
<i>Знание видов рисков, методов их оценки и меры по обеспечению безопасности техносферы</i>	<i>Не знает виды рисков, методы их оценки и меры по обеспечению безопасности техносферы</i>	<i>Знает виды рисков, методы их оценки и меры по обеспечению безопасности техносферы, но допускает неточности формулировок</i>	<i>Знает виды рисков, методы их оценки и меры по обеспечению безопасности техносферы, и использует их, но иногда допускает несущественные практические ошибки.</i>	<i>Знает виды рисков, методы их оценки и меры по обеспечению безопасности техносферы</i>
<i>Четкость изложения и интерпретации знаний</i>	<i>Излагает знания без логической последовательности</i>	<i>Излагает знания с нарушениями в логической последовательности</i>	<i>Излагает знания без нарушений в логической последовательности</i>	<i>Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно интерпретируя и анализируя их</i>
	<i>Не иллюстрирует</i>	<i>Выполняет</i>	<i>Выполняет</i>	<i>Выполняет</i>

	<i>изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами</i>	<i>поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками</i>	<i>поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно</i>	<i>поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полностью усвоенных знаний</i>
	<i>Неверно излагает и интерпретирует знания</i>	<i>Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний</i>	<i>Грамотно и по существу излагает знания</i>	<i>Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы</i>
<i>Объем освоенного материала</i>	<i>Не знает значительной части материала дисциплины</i>	<i>Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей</i>	<i>Знает материал дисциплины в достаточном объеме</i>	<i>Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями</i>
<i>Полнота ответов на вопросы</i>	<i>Не дает ответы на большинство вопросов</i>	<i>Дает неполные ответы на все вопросы</i>	<i>Дает ответы на вопросы, но не все - полные</i>	<i>Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы</i>

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

<i>Критерий</i>	<i>Уровень освоения и оценка</i>			
	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>Умение правильно оценивать показатели надежности ТС</i>	<i>не умеет оценивать показатели надежности ТС</i>	<i>умеет оценивать показатели надежности ТС, но часто делает ошибки</i>	<i>умеет оценивать показатели надежности ТС, но допускает несущественные неточности не влияющие на общий уровень знаний.</i>	<i>умеет оценивать показатели надежности ТС,</i>
<i>Умение выбирать методы оценки техногенного риска с целью его минимизации</i>	<i>не умеет выбирать методы оценки техногенного риска с целью его минимизации</i>	<i>Умеет выбирать методы оценки техногенного риска с целью его минимизации, но часто делает ошибки</i>	<i>Умеет выбирать методы оценки техногенного риска с целью его минимизации, но допускает несущественные неточности не влияющие на общий уровень знаний.</i>	<i>умеет выбирать методы оценки техногенного риска с целью его минимизации</i>
<i>Умение правильно оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности техносферы</i>	<i>не умеет оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности техносферы</i>	<i>оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности техносферы, но часто делает ошибки</i>	<i>Умеет оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности техносферы но допускает несущественные неточности не влияющие на общий уровень знаний.</i>	<i>умеет оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности техносферы</i>

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

<i>Критерий</i>	<i>Уровень освоения и оценка</i>			
	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>Владение способностью оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности техносферы</i>	<i>Не владеет способностью оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности техносферы</i>	<i>владеет с дополнительной помощью способностью оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности техносферы, допускает ошибки</i>	<i>Владеет способностью оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности техносферы, но допускает несущественные неточности</i>	<i>Владеет способностью оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности техносферы</i>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекционных и практических занятий, ГУК №617	Специализированная мебель, портативный мультимедийный комплекс
2	Зал электронных ресурсов, здание библиотеки, № 302	Специализированная мебель, компьютерная техника подключенная к сети «Интернет» в количестве 10 шт. и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.
3	Читальный зал учебной литературы, здание библиотеки, № 303	Специализированная мебель, компьютерная техника подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.
4	Кабинет дипломного проектирования кафедры БЖД, ГУК №616(а)	Специализированная мебель, компьютеры в количестве 2 шт. на базе одно или двухядерных процессоров с тактовой частотой не менее 2 ГГц, объемом оперативной памяти не менее 2 Гб и жесткого диска до 500 Гб. Локальная сеть с пропускной способностью 100 Мбит/с.

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная (Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633 Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2020).	Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
	Microsoft Office Professional Plus 2016 (Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633 Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2020).	Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017.
	Eplan Software&Service	Лицензия EPL0UB6460
	Matlab R2014b	Лицензия № 362444 (10 компьютеров, сетевая версия)
	Autodesk Education Master Suite (AutoCAD)	№ лицензии 705 Соглашение о сотрудничестве в сфере развития авторизованной сертификации по программам Autodesk 3026340
	GoogleChrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

	MozillaFirefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Носатова, Е. А. Надежность технических систем и техногенный риск: учебное пособие для студентов направлений подготовки 20.03.01 – Техносферная безопасность 28.03.02 – Наноинженерия образовательная программа «Безопасность систем и технологий наноинженерии» 20.05.01 – Пожарная безопасность / Е. А. Носатова. - Белгород : Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017. -

2. Носатова, Е. А. Надежность технических систем и техногенный риск [Электронный ресурс]: учебное пособие для студентов направлений подготовки 20.03.01 – Техносферная безопасность 28.03.02 – Наноинженерия образовательная программа «Безопасность систем и технологий наноинженерии» 20.05.01 – Пожарная безопасность / Е. А. Носатова. - Электрон. текстовые дан. - Белгород : Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017. - Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2017120814051831500000655286>

3. Надежность технических систем и техногенный риск [Электронный ресурс] : методические указания к выполнению практических работ для студентов направлений подготовки 20.03.01 – Техносферная безопасность и 28.03.02 - Наноинженерия / сост. Е. А. Носатова. - Электрон. текстовые дан. - Белгород : Издательство БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017. - Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2017120814051831500000655286>

4. Гуськов А.В. Надежность технических систем и техногенный риск: учебное пособие / Гуськов А.В., Милевский К.Е.. — Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2016. — 424 с. — ISBN 978-5-7782-3011-8. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91726.html>

5. Горев В.А. Надежность технических систем и техногенный риск : учебно-методическое пособие к практическим работам для обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / Горев В.А.. — Москва : МИСИ-МГСУ, Ай Пи Эр Медиа, ЭБС АСВ, 2018. — 120 с. — ISBN 978-5-7264-1911-4. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/80627.html>

6.2. Список дополнительной литературы

1. Малкин, В. С. Надежность технических систем и техногенный риск : учеб. пособие / В. С. - Ростов н/Д : Феникс, 2010. 432 с.

2. Волкова, В. Н. Теория систем и системный анализ : учеб. для бакалавров / В. Н. Волкова, А. А. Денисов. - М.: Юрайт, 2012. 679 с.

3. Воскобоев, В. Ф. Надежность технических систем и техногенный риск

: учеб. пособие для вузов МЧС России. Ч. 1. Надежность технических систем / В. Ф. Воскобоев. - Москва: Альянс : Путь, 2014. 200 с.

4. Ефремов И.В. Техногенные системы и экологический риск [Электронный ресурс]: практикум/ Ефремов И.В., Рахимова Н.Н.— Электрон. текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2015.— 174 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/54166>.— ЭБС «IPRbooks»

5. Малафеев, С. И. Надежность технических систем. Примеры и задачи: учеб. пособие для студентов вузов / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин. – СПб.: Лань, 2012. 314 с.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

1. <http://novtex.ru/bjd>
2. <http://www.russmag.ru>
- 3 <http://www.consultant.ru/>
4. <http://ohrana-bgd.narod.ru/>

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ учебный год без
изменений / с изменениями, дополнениями

Протокол № _____ заседания кафедры от «__» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО