

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

Р.Н. Ястребинский

«15» мая 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Основы надежности технических систем и техногенный риск

Направление подготовки

28.03.02 Наноинженерия

Профиль подготовки

Безопасность систем и технологий наноинженерии

Квалификация
бакалавр

Форма обучения
очная

Институт: Химико-технологический

Кафедра: Безопасности жизнедеятельности

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

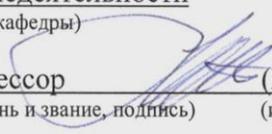
- Федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки 28.03.02 Наноинженерия (уровень бакалавриата), утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 19 сентября 2017 г. № 923
- Учебного плана, утвержденного учебным советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель (составители): к.т.н., доцент  (Е.А. Носатова)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой

Безопасности жизнедеятельности

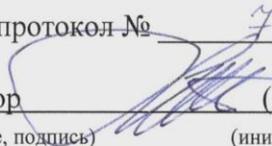
(наименование кафедры)

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор  (А.Н. Лопанов)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

« 14 » мая 2021 г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

« 14 » мая 2021 г., протокол № 7

Заведующий кафедрой: д.т.н., профессор  (А.Н. Лопанов)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » мая 20 21 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент  (Л.А. Порожнюк)
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания
Участие в составе коллектива исполнителей в разработке технической документации и производства, эксплуатации и технического обслуживания изделий на основе нанообъектов	ПК-3. Выявляет опасности производственной среды и трудового процесса, связанные с производством инновационной продукции наноиндустрии, оценивает риски и определяет меры по обеспечению безопасности человека и окружающей среды	ПК-3.3. Ориентируется в основных методах определения опасных, чрезвычайно опасных зон, зон приемлемого риска, связанных с производством инновационной продукции наноиндустрии	Знать: чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска, опасности производственной среды и трудового процесса, связанные с производством инновационной продукции наноиндустрии, методы оценки техногенного риска Уметь: определять опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска, связанные с производством инновационной продукции наноиндустрии, оценивать техногенный риск с применением теории надежности Владеть: навыками определения и оценки опасных, чрезвычайно опасных зон, зон приемлемого риска

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-3 Выявляет опасности производственной среды и трудового процесса, связанные с производством инновационной продукции наноиндустрии, оценивает риски и определяет меры по обеспечению безопасности человека и окружающей среды

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Медико-биологические основы безопасности в наноинженерии
2	Физиология человека и наноинженерия
3	Токсикология
4	Мониторинг безопасности наноинженерных технологий
5	Производственная безопасность в наноинженерии
6	Основы надежности технических систем и техногенный риск
7	Устойчивость технологических процессов и производств
8	Эргономика и психофизиологические основы безопасности жизнедеятельности
9	Производственная санитария и гигиена труда
10	Санитарно-гигиенические нормы наноинженерии
11	Риски и безопасность наноинженерии
12	Безопасность труда в нанотехнологиях
13	Учебная ознакомительная практика
14	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
15	Производственная преддипломная практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Форма промежуточной аттестации _____ экзамен

(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7
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 4 Семестр 7

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1. Основные понятия надежности технических систем					
	Введение в курс. Надежность как комплексное свойство технического объекта выполнять заданные функции, сохраняя свои основные характеристики в установленных пределах, при определенных условиях эксплуатации.	4	2	-	5

<p>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.</p>				
<p>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.</p>	4	4	-	7
<p>Математические зависимости для оценки надежности. Функциональные зависимости надежности. Теорема сложения вероятностей. Теорема умножения вероятностей. Формула полной вероятности. Математическая модель надёжности объекта</p>	2	2	-	5
<p>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.</p>	4	-	-	4
<p>Основные характеристики надежности элементов и систем. Показатели надежности невосстанавливаемого 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.</p>	5	6	-	10
<p>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.</p>	2	4	-	5
<p>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</p>	4	6	-	12

	«деревя отказов».				
2. Анализ техногенного риска					
	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.	4	4	-	10
	Структура техногенного риска. 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.	2	4	-	8
	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. Шкала вероятности ошибочных действий персонала.	3	2	-	5
	ВСЕГО	34	34	-	71

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического занятия	К-во часов	К-во часов СРС
1	Основные понятия надежности технических систем.	1.1. Моделирование процессов в техносфере (2) 1.2. Расчет числовых характеристик случайных величин. (4) 1.3. Расчет показателей надежности. (4) 1.4. Моделирование процессов возникновения происшествий в техносфере.(2) 1.5. Методы расчёта надёжности восстанавливаемых объектов (2) 1.6. Расчет надежности систем. (2) 1.7. Применение методов анализа риска «дерева отказов и событий». (6) 1.8. Применение способов резервирования обеспечения надежности технологических систем (4)	26	28
2	Анализ техногенного риска	2.1 Классификация промышленных объектов по степени опасности (2). 2.2. Оценка опасности промышленного объекта (2). 2.3. Оценка роли персонала в обеспечении надежности производственных систем. (4).	8	9
			34	37
			ВСЕГО:	71

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, индивидуальных домашних заданий

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

Цель расчётно-графического задания – углубленное изучение отдельных аспектов основ теории надежности и техногенного риска, анализ базовых понятий данного курса, способность решать конкретные практические задачи по оценке надёжности технических систем и определению техногенного риска.

Задачами РГЗ являются:

- закрепление учебного материала по дисциплине;
- развитие у обучающихся самостоятельного и творческого мышления;

– приобретение навыков применения на практике основных положений основ теории надёжности;

– овладение способностями прогнозировать и оценивать техногенный риск.

Учебным планом предусмотрено выполнение одного РГЗ. 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.

Примерные задачи для РГЗ:

Задание 1. По результатам испытаний 100 однотипных элементов определить вероятность безотказной работы для заданных наработок t_i , если известно число отказавших элементов $n(t_i)$ к моментам наработки. Построить график зависимости вероятности безотказной работы $P(t)$.

№ варианта	Исходные данные для расчёта					
	t, час	100	150	200	250	300
1, 6, 14, 20	n, шт.	17	20	23	34	41
	t, час	50	150	250	350	450
2,9,11,16	n, шт.	11	22	23	35	44
	t, час	100	200	300	400	500
3,8,12, 18	n, шт.	18	40	43	47	58
	t, час	100	200	300	400	500
4,7,13,17	n, шт.	13	25	31	35	56
	t, час	100	150	200	250	300
5, 10,19,15	n, шт.	10	30	40	50	60

Задача №2: По результатам испытаний 100 однотипных элементов определить плотность распределения отказов для заданных наработок t_i , если известно число отказавших элементов $n(t)$ к моментам наработки:

№ варианта	Исходные данные для расчёта					
	t, час	100	150	200	250	300
1, 6, 14, 20	n, шт.	17	20	23	34	41
	t, час	50	150	250	350	450
2,9,11,16	n, шт.	11	22	23	35	44
	t, час	100	200	300	400	500
3,8,12, 18	n, шт.	18	40	43	47	58
	t, час	100	200	300	400	500
4,7,13,17	n, шт.	13	25	31	35	56
	t, час	100	150	200	250	300
5, 10,19,15	n, шт.	10	30	40	50	60

Построить график зависимости $f(t_i)$.

Задача №3: По результатам испытаний 100 однотипных элементов определить интенсивность отказов для заданных наработок t_i , если известно число

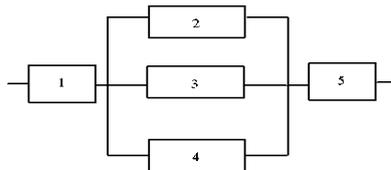
отказавших элементов $n(t_i)$ к моментам наработки:

№ варианта	Исходные данные для расчёта					
	t, час	100	150	200	250	300
1, 6, 14, 20	n, шт.	7	10	13	24	31
	t, час	50	150	250	350	450
2,9,11,16	n, шт.	11	22	23	35	44
	t, час	100	200	300	400	500
3,8,12, 18	n, шт.	18	40	43	47	58
	t, час	100	200	300	400	500
4,7,13,17	n, шт.	13	25	31	35	56
	t, час	100	150	200	250	300
5, 10,19,15	n, шт.	10	30	40	50	60

Построить график $\lambda(t_i)$

Задание 6. Надежность технических систем.

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
	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
2,9,11,16	0.11	0.22	0.33	0.35	0.44
	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
3,8,12, 18	0.15	0.25	0.35	0.20	0.35
	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
4,7,13,17	0.20	0.35	0.45	0.66	0.15
	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5
5, 10,19,15	0.66	0.15	0.13	0.35	0.44
	P_1	P_2	P_3	P_4	P_5

Задание 12. Логико-графические методы анализа надежности и риска.

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

Оформление расчетно-графического задания. РГЗ предоставляется преподавателю для проверки на бумажных листах в формате А4. Расчетно-графическое задание должно иметь следующую структуру: титульный лист; содержание; теоретическое задание; практическая часть; список использованной литературы. Решение задач РГЗ должно сопровождаться необходимыми комментариями, т.е. все основные моменты процесса решения задачи должны быть раскрыты и обоснованы на основе соответствующих теоретических положений. Срок сдачи РГЗ определяется преподавателем с учетом графика учебного процесса.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ПК-3. Выявляет опасности производственной среды и трудового процесса, связанные с производством инновационной продукции наноиндустрии, оценивает риски и определяет меры по обеспечению безопасности человека и окружающей среды

(код и формулировка компетенции)

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Используемые средства оценивания
ПК-3.3. Ориентируется в основных методах определения опасных, чрезвычайно опасных зон, зон приемлемого риска, связанных с производством инновационной продукции наноиндустрии	<i>решение практических заданий, защита РГЗ, собеседование, устный опрос, экзамен</i>

ПКВ-3.3.

Знать: чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска, опасности производственной среды и трудового процесса, связанные с производством инновационной продукции наноиндустрии, методы оценки техногенного риска

Уметь: определять опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска, связанные с производством инновационной продукции наноиндустрии, оценивать техногенный риск с применением теории надежности

Владеть: навыками определения и оценки опасных, чрезвычайно опасных зон, зон приемлемого риска

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для промежуточной аттестации

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов
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.	1. Система стандартов «Надёжность в технике». 2. Показатели надежности технических систем. 3. Безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость как составные части надёжности. 4. Показатели безотказности невосстанавливаемых объектов. 5. Показатели безотказности восстанавливаемых объектов. 6. Комплексные показатели надёжности.
2	Модели распределений, используемых в теории надежности.	1. Закон распределения Пуассона. 2. Экспоненциальное распределение 3. Нормальный закон распределения.

		<ol style="list-style-type: none"> 4. Логарифмически нормальное распределение. 5. Распределение Вейбулла. 6. Гамма-распределение. 7. Установление функции распределения показателей надежности по данным статистической информации. 8.
3	Математические зависимости для оценки надежности.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Функциональные зависимости надежности. 2. Теорема сложения вероятностей. 3. Теорема умножения вероятностей. 4. Формула полной вероятности. 5. Математическая модель надёжности объекта
4	Причины потери работоспособности технического объекта.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Источники и причины изменения начальных параметров. Процессы, снижающие работоспособность системы. 2. Понятия отказа. Классификация отказов. 3. Физика отказов. 4. Анализ закономерностей изменения свойств материалов. Множественные отказы.
5	Основные характеристики надежности элементов и систем.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Показатели надежности невосстанавливаемого элемента. 2. Надежность восстанавливаемых объектов. 3. Выбор и обоснование показателей надежности технических систем.
5	Основные характеристики надежности элементов и систем.	<ol style="list-style-type: none"> 4. Методы расчёта надёжности восстанавливаемых объектов.
6	Надежность технических систем.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Системы как объект надежности и их основные свойства. Расчет надежности систем. 2. Структурная схема надёжности системы с последовательным соединением элементов. 3. Структурные схемы надёжности систем с параллельным соединением элементов. 4. Применение теории надёжности для оценки безопасности технических систем.
7	Логико-графические методы анализа надежности и риска.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Определения и символы, используемые при построении дерева. 2. Построение «дерева отказов». 3. Качественная оценка «дерева отказов». 4. Количественная оценка дерева отказов. 5. Преимущества и недостатки метода «дерева отказов».
8	Методы обеспечения надежности сложных систем.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Конструктивные способы обеспечения надежности. 2. Технологические способы обеспечения надежности изделий в процессе изготовления. 3. Резервирование как метод обеспечения надежности технологических систем на стадии их создания. 4. Классификация способов резервирования и их характеристика. 5. Обеспечение надежности сложных технических систем в условиях эксплуатации.
2. Анализ техногенного риска.		
1	Основы теории и	<ol style="list-style-type: none"> 1. Методология анализа и оценки риска.

	практики техногенного риска..	<ol style="list-style-type: none"> 2. Качественные методы анализа риска. 3. Количественная оценка риска. 4. Применение теории риска в технических системах. 5. Оценка риска аварий
2	Структура техногенного риска.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Допустимый риск. 2. Нормативные значения риска для промышленных объектов. 3. Проблемы техногенной безопасности. 4. Опасности, последовательности событий, исходы аварий и их последствия. 5. Структура полного ущерба как последствия аварий на технических объектах. 6. Общая структура анализа техногенного риска.
3	Управление риском.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Анализ ошибок персонала. 2. Факторы деятельности и их влияние на безопасность объекта. 3. Вероятности ошибочного и безошибочного выполнения различных операций. 4. Статистический метод расчета вероятности безошибочного выполнения операции.

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

Курсовые проекты/работы по дисциплине не предусмотрены учебным планом

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

Примерные задания, выносимые на практические занятия:

Задание 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.

$$t_1 = 181 + \text{№ варианта}$$

$$t_2 = 329 + \text{№ варианта}$$

$$t_3 = 245 + \text{№ варианта}$$

Задание 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.

Задание 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

Задание 4. Причины потери работоспособности технического объекта.

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.

И др.

Перечень вопросов к промежуточной аттестации – экзамена

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. При оценке ответа студента на вопросы промежуточной аттестации преподаватель руководствуется следующими критериями:

- полнота и правильность ответа;
- степень осознанности, понимания изученного.

Неудовлетворительная оценка ставится, если студент не выполнил задания практических занятий, в течении семестра не подготовил и/или не защитил РГЗ, при итоговом собеседовании обнаруживает незнание большей части материала, допускает ошибки в формулировке определений, искажающие их смысл, беспорядочно излагает материал.

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

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Показатель оценивания	Критерий оценивания
<p>ПКВ-3. Выявлять опасности производственной среды и трудового процесса связанные с производством инновационной продукции nanoиндустрии. оценивать риски определять меры по обеспечению безопасности человека и окружающей среды.</p> <p>ПКВ-3.1. Способность определять и оценивать опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска, связанные с производством инновационной продукции nanoиндустрии</p>	
Знания	Знание опасных, чрезвычайно опасных зон, зон приемлемого риска, связанных с производством инновационной продукции nanoиндустрии.
	Знание методов определения и оценки опасных, чрезвычайно опасных зон, зон приемлемого риска, связанных с производством инновационной продукции nanoиндустрии.
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение определять и оценивать опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска, связанные с производством инновационной продукции nanoиндустрии с применением теории надежности
Владение	Владение навыками определения и оценки опасных, чрезвычайно опасных зон, зон приемлемого риска

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание опасных, чрезвычайно опасных зон, зон приемлемого риска, связанных с производством инновационной продукции nanoиндустрии.	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание порядка определения и оценивания опасных, чрезвычайно опасных зон, зон приемлемого риска, связанных с производством инновационной продукции nanoиндустрии.	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного	Не знает	Знает только	Знает материал	Обладает твердым и

материала	значительной части материала дисциплины основы надежности ТС и техногенного риска	основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	дисциплины в достаточном объеме	полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение определять и оценивать опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска, связанные с производством инновационной продукции nanoиндустрии с применением теории надежности.	Не знает терминов и определений надежности ТС и теории риска	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание порядка определения и оценивания опасных, чрезвычайно опасных зон, зон приемлемого риска, связанных с производством инновационной продукции nanoиндустрии.	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний надежности ТС и теории риска	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем усвоенного материала	Не знает значительной части материала	Знает только основной материал дисциплины, не	Знает материал дисциплины в достаточном	Обладает твердым и полным знанием материала

	дисциплины основы надежности ТС и техногенного риска	усвоил его деталей	объеме	дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю *Владение*.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание опасных, чрезвычайно опасных зон, зон приемлемого риска, связанных с производством инновационной продукции nanoиндустрии.	Не знает терминов и определений	Знает термины и определения, но допускает неточности формулировок	Знает термины и определения	Знает термины и определения, может корректно сформулировать их самостоятельно
Знание порядка определения и оценивания опасных, чрезвычайно опасных зон, зон приемлемого риска, связанных с производством инновационной продукции nanoиндустрии.	Не знает основные закономерности и соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, их интерпретирует и использует	Знает основные закономерности, соотношения, принципы построения знаний, может самостоятельно их получить и использовать
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины основы надежности ТС и техногенного риска	Знает только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями

Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

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
	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)
	Эколог – Шум, версия 2.	Лицензионное соглашения №0707130320867250 от 18.04.2014
	Autodesk Education Master Suite (AutoCAD)	№ лицензии 705 Соглашение о сотрудничестве в сфере развития авторизованной сертификации по

		программам Autodesk 3026340
	Dialux	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения. Утверждено на заседании кафедры БЖД от 06.10.17, протокол № 3
	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. Основная литература
 2. Малкин, В. С. Надежность технических систем и техногенный риск : учеб. пособие / В. С. Малкин. - Ростов н/Д : Феникс, 2010. 432 с.
 3. 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>
 4. 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>
2. Дополнительная литература
1. 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»>
 2. 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.
 3. Волкова, В. Н. Теория систем и системный анализ : учеб. для бакалавров / В. Н. Волкова, А. А. Денисов. - М.: Юрайт, 2012. 679 с.
 4. Надежность и диагностика технологических систем : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлениям "Конструкторско-технол.

обеспечение машиностроит. пр-в", "Автоматизация технол. процессов и пр-в (машиностроение)" / Ю. А. Бондаренко [и др.]. - Старый Оскол : ТНТ, 2016. 212 с. (100)

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/>