

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

СОГЛАСОВАНО
Директор института магистратуры

2021 г.

УТВЕРЖДАЮ
Директор института

2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Управление рисками, системный анализ и моделирование

Направление подготовки

20.04.01 Техносферная безопасность

Профиль подготовки

Безопасность технологических процессов и производств
Промышленная технология и рациональное использование
природных ресурсов

Квалификация
магистр

Форма обучения
очная

Институт: Химико-технологический

Кафедра: Безопасности жизнедеятельности

Белгород 2021

Программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки – 20.04.01 Техносферная безопасность, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 678 от 25.05.2020 г. и профилю подготовки «Безопасность технологических процессов и производств»
- плана учебного процесса БГТУ им. В.Г. Шухова, по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность, введенного в действие в 2021 году.

Составитель (составители) д.т.н., профессор  Е.А. Фанина

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
Безопасности жизнедеятельности

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор  (А.Н. Лопанов)

« 14 » 05 2021 г., протокол № 7

Промышленной экологии

Заведующий кафедрой д.т.н., профессор  (С.В. Свергузова)

« 14 » 05 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

« 15 » 05 20 21 г., протокол № 9

Председатель к.т.н., доцент



(Л.А. Порожнюк)

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
	ПК-1 Способен использовать современные цифровые технологии для реализации мероприятий по улучшению условий труда, обеспечению безопасности, снижению уровней профессиональных рисков и защиты окружающей среды (сервисно-эксплуатационный)	ПК-1.3 Выбирает известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей для снижения уровней профессиональных рисков и защиты окружающей среды	В результате освоения дисциплины обучающийся должен Знать: методы выдвижения научных и профессиональных идей Уметь: творчески осмыслить результаты профессиональной деятельности Владеть: рекомендациями по практическому применению результатов профессиональной деятельности
	ПК-4 Способен анализировать и оценивать потенциальные опасности объектов экономики для человека и окружающей среды, проводить экспертизу безопасности и экологичности технических проектов, производств, промышленных предприятий (экспертный, надзорный и инспекционно-аудиторский)	ПК 4.2. Оценивает риск и определяет меры по обеспечению безопасности объектов экономики для человека и среды обитания	В результате освоения дисциплины обучающийся должен Знать: методы и технику защиты человека и окружающей среды от антропогенного воздействия; принципы управления рисками; Уметь: использовать современные программные продукты в области предупреждения риска и разрабатывать математические модели защиты от опасностей Владеть: методами управления безопасностью в техносфере

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

ПК-1 Способен использовать современные цифровые технологии для реализации мероприятий по улучшению условий труда, обеспечению безопасности, снижению уровней профессиональных рисков и защиты окружающей среды (сервисно-эксплуатационный).

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

Стадия	Наименования дисциплины
1.	Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности
2.	Управление рисками, системный анализ и моделирование
3.	Современные технологии очистки сточных вод и газовых выбросов
4.	Современные методы переработки бытовых и промышленных отходов
5.	Аналитические методы исследования условий труда
6.	Инженерные методы защиты водных объектов
7.	Производственная эксплуатационная практика
8.	Производственная научно-исследовательская работа

ПК-4 Способен анализировать и оценивать потенциальные опасности объектов экономики для человека и окружающей среды, проводить экспертизу безопасности и экологичности технических проектов, производств, промышленных предприятий (экспертный, надзорный и инспекционно-аудиторский).

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами:

Стадия	Наименования дисциплины
1	Управление рисками, системный анализ и моделирование
2	Современные технологии очистки сточных вод и газовых выбросов
3	Ноосфера и природно-техногенные комплексы
4	Моделирование технологических процессов и производств по показателям безопасности
5	Производственная преддипломная практика

3 ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единицы, 108 часов.

Форма промежуточной аттестации зачет. Реализуется в рамках практической подготовки.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	51	51
лекции	-	-
лабораторные	-	-
практические	51	51
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	-	-

Самостоятельная работа студентов, в том числе:	57	57
Курсовой проект	-	-
Курсовая работа	-	-
Расчетно-графическое задания	-	-
Индивидуальное домашнее задание	-	-
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	57	57
Форма промежуточная аттестация (зачет, экзамен)	3	3

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 2 Семестр 3

№ 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. Введение в управление рисками					
	1. Понятие и характеристики риска в современном мире. 2. Виды рисков и их классификации. 3. Управление рисками, как деятельность руководителей организаций		10		11
2. Основы системного анализа и моделирования сложных систем и процессов					
	2.1. Основные понятия системного анализа 2.2. Моделирование сложных систем и процессов		11		12
3. Информационное обеспечение моделирования и управления социально-экономическими системами. Вероятностно-статистические методы и моделирование					
	3.1. Информация, ее роль в управлении системами и процессами 3.2. Основные идеи и понятия теории вероятностей.		10		12
4. Анализ, исследование и выявление рисков					
	4.1. Анализ и управление риском 4.2. Инженерные методы исследования безопасности технических систем		10		11
5. Методы управления рисками.					
	5.1. Процедуры управления риском 5.2. Основные способы и инструменты управления рисками.		10		11
	ВСЕГО		51		57

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Тема практического (семинарского) занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	Сущность имитационного моделирования. Общие принципы построения и использования имитационных моделей процесса функционирования социально-экономических систем	17	30
2	Построение и использование моделей в познавательной и практической деятельности. Построение социально-экономических систем и процессов, наличие в них элементов неопределенности и случайности. Подходы к построению моделей их организации, функционирования и управления	17	27
3	Моделирование развития различных видов риска на промышленных объектах	17	
	ИТОГО	51	57

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом.

4.5. Содержание расчетно-графического задания,

индивидуальных домашних заданий

Не предусмотрено учебным планом.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1 Компетенция ПК-1 Способен использовать современные цифровые технологии для реализации мероприятий по улучшению условий труда, обеспечению безопасности, снижению уровней профессиональных рисков и защиты окружающей среды (сервисно-эксплуатационный).

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Используемые средства оценивания
ПК-1.3 Выбирает известные устройства, системы и методы защиты человека и окружающей среды от опасностей для снижения уровней профессиональных рисков и защиты окружающей среды	<i>выполнение практических заданий, собеседование, устный опрос, зачет</i>

2 Компетенция ПК-4 Способен анализировать и оценивать потенциальные опасности объектов экономики для человека и окружающей среды, проводить экспертизу безопасности и экологичности технических проектов, производств, промышленных предприятий (экспертный, надзорный и инспекционно-аудиторский).

Наименование индикатора (показателя оценивания)	Используемые средства оценивания
ПК-4.2 Оценивает риск и определяет меры по обеспечению безопасности объектов экономики для человека и среды обитания	<i>выполнение практических заданий, собеседование, устный опрос, зачет</i>

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Управление рисками, системный анализ и моделирование	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сущность метода моделирования. Понятие модели. 2. Классификация моделей. Математические модели, их виды 3. Основные этапы построения математической модели. Проверка адекватности модели. 4. Понятие сложной системы. Технические, биологические, социальные, социально-экономические системы. 5. Примеры социально-экономических систем и процессов. Подходы к построению моделей их организации, функционирования и управления 6. Понятие информации, требования к ней. Место и роль информации в процессе моделирования и управления сложными системами 7. Сбор, обработка и анализ статистических данных как основной метод получения информации 8. Случайные события и случайные величины как элементы процесса функционирования экстренной, аварийно-спасательной службы. 9. Случайные события. Вероятность случайного события 10. Свойства вероятности случайного события 11. Общий способ задания любых случайных величин 12. Основные числовые характеристики случайных величин 13. Сумма и произведение двух случайных событий 14. Правило сложения вероятностей. Следствия из него 15. Понятие оперативной обстановки в городе 16. Развитие риска на промышленных объектах. 17. Анализ риска. 18. Оценка риска. 19. Управление риском. 20. Количественные и качественные показатели риска. 21. Приемлемый риск. Критерии приемлемости. 22. Построение информационных технологий управления риском 23. Риски и их последствия для деятельности предприятий. 24. Методы оценки рисков с точки зрения теории вероятностей. 25. Управление рисками, как деятельность руководителей организаций. 26. Построение модели и проверка ее адекватности. 27. Мировая статистика в управлении рисками 28. Роль компьютерных технологий в обработке информации.

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

Предлагается несколько простых примеров решения задач. Следует помнить, что частота, интенсивность отказов и параметр потока отказов, вычисленные по формулам (1.35), (1.6) и (1.13), являются постоянными в диа-

пазоне интервала времени Δt , а функции $\hat{f}(t)$, $\hat{\lambda}(t)$, $\hat{\mu}(t)$ – ступенчатыми кривыми или гистограммами.

Для удобства изложения в дальнейшем при решении задач на определение частоты, интенсивности и параметра потока отказов по статистическим данным об отказах изделий ответы относятся к середине интервала Δt . При этом результаты вычислений графически представляются не в виде гистограмм, а в виде точек, отнесенных к середине интервалов Δt_i и соединенных плавной кривой.

Пример 1

Допустим, что на испытание поставлено 1000 однотипных электронных ламп. За 3000 ч отказало 80 ламп, требуется определить вероятность безотказной работы $P(t)$ и вероятность отказа $Q(t)$ в течение 3000 ч

Дано:

$$N = 1000 \text{ шт.}$$

$$\Delta t = 3000 \text{ ч}$$

$$n = 80 \text{ шт.}$$

Найти:

$$P(t)$$

$$Q(t)$$

Решение:

$$P(t) = \frac{N - n(t)}{N};$$

$$P(t) = \frac{1000 - 80}{1000} = 0,92;$$

$$Q(3000) = 1 - P(3000) = 0,08 \text{ или}$$

$$Q(3000) = \frac{n(t)}{N} = \frac{80}{1000} = 0,08.$$

Пример 2

Допустим, что на испытание поставлено 1000 однотипных электронных ламп. За первые 3000 ч отказало 80 ламп, а за интервал времени 3000–4000 ч отказало еще 50 ламп. Требуется определить частоту $f(\Delta t)$ и интенсивность $\lambda(\Delta t)$ отказов электронных ламп в промежутке времени $\Delta t = 3000\text{--}4000$ ч.

Дано:

$$N = 1000 \text{ шт.}$$

$$\Delta t_1 = 3000 \text{ ч}$$

$$n_1 = 80 \text{ шт.}$$

$$\Delta t_2 = [3000, 4000]$$

$$n_2 = 50 \text{ шт.}$$

Решение:

$$f(\Delta t_2) = \frac{n(\Delta t_2)}{N \cdot \Delta t_2};$$

$$f(\Delta t_2) = \frac{50}{1000 \cdot 1000} = 5 \cdot 10^{-5} \text{ ч}^{-1};$$

Найти:

$$a(\Delta t_2)$$

$$\lambda(\Delta t_2)$$

$$\lambda(\Delta t_2) = \frac{n(\Delta t_2)}{N_{CP} \cdot \Delta t_2},$$

$$\text{где } N_{CP} = \frac{N_{РАБ\ 1} + N_{РАБ\ 2}}{2};$$

$$N_{РАБ\ 1} = 1000 - 80 = 920 \text{ шт.};$$

$$N_{РАБ\ 2} = 1000 - 130 = 870 \text{ шт.};$$

$$N_{CP} = \frac{(1000 - 80) + (920 - 50)}{2} = 895 \text{ шт.};$$

$$\lambda(\Delta t_2) = \frac{50}{895 \cdot 1000} = 5,58 \cdot 10^{-5} \text{ ч}^{-1}.$$

Пример 3

На испытание поставлено $N_0 = 400$ изделий. За время $t = 3000$ ч отказало $n(t) = 200$ изделий, за интервал $\Delta t = 100$ ч отказало $n(\Delta t) = 100$ изделий. Требуется определить вероятность безотказной работы за 3000 ч, вероятность безотказной работы за 3100 ч, вероятность безотказной работы за 3050 ч, частоту отказов $f(3050)$, интенсивность отказов $\lambda(3050)$.

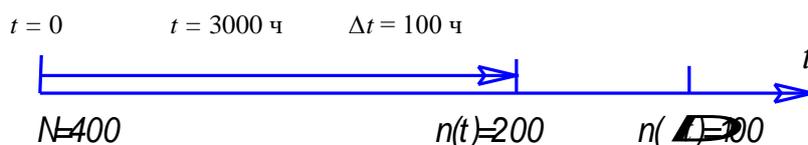


Рис. 1.3. Временной график

Дано:

$$N = 400 \text{ шт.}$$

$$t = 3000 \text{ ч}$$

$$n = 200 \text{ шт.}$$

$$\Delta t = 100 \text{ ч}$$

$$n(\Delta t) = 100 \text{ шт.}$$

Найти:

$$P(3000)$$

$$P(3100)$$

$$P(3050)$$

$$f(3050) f(3000)$$

$$f(3100)$$

$$\lambda(3000)$$

$$\lambda(3050)$$

$$\lambda(3100)$$

Решение:

Вероятность безотказной работы определяется по формуле

$$P(t) = \frac{N - n(\Delta t)}{N}.$$

Для $t = 3000$ ч (начало интервала)

$$P(3000) = \frac{N_0 - n(3000)}{N_0} = \frac{400 - 200}{400} = 0,5.$$

Для $t = 3100$ ч (конец интервала)

$$P(3100) = \frac{N_0 - n(3100)}{N_0} = \frac{400 - 300}{400} = 0,25.$$

Среднее время исправно работающих изделий в интервале Δt :

$$N_{cp} = \frac{N_t + N_{t+1}}{2} = \frac{200 + 100}{2} = 150.$$

Число изделий, отказавших за время $t = 3050$ ч:

$$n(3050) = N_0 - N_{cp} = 400 - 150 = 250, \text{ тогда}$$

$$P(3050) = \frac{400 - 250}{400} = 0,375.$$

Определяется частота отказа:

$$f(3050) = \frac{n(\Delta t)}{N \cdot \Delta t}; \quad f(3050) = \frac{100}{400 - 100} = 0,0025 = 2,5 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1}.$$

Так же определяется частота отказов за интервалы 3000 и 3100 ч, причем началом интервалов является $t = 0$.

$$f(3000) = \frac{200}{400 \cdot 3000} = 0,000167 = 1,67 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1};$$

$$f(3100) = \frac{300}{400 \cdot 3100} = 0,00024 = 2,4 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1}.$$

Определяется интенсивность отказов:

а) в интервале $\Delta t = 3050$ ч, $\lambda(3050) = \frac{n(\Delta t)}{N_{CP} \cdot \Delta t}$;

$$\lambda(3050) = \frac{100}{150 \cdot 100} = 0,0067 = 6,7 \cdot 10^{-3} \text{ ч}^{-1};$$

б) в интервале $\Delta t = 3000$ ч, $N_{CP}(3000) = 400 - 100 = 300$ шт.;

$$\lambda(3000) = \frac{100}{300 \cdot 3000} = 0,000222 = 2,22 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1};$$

в) в интервале $\Delta t = 3100$ ч, $N_{CP}(3100) = 400 - 150 = 250$ шт.;

$$\lambda(3100) = \frac{100}{250 \cdot 3000} = 0,00039 = 3,9 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1}.$$

Пример 4

В течение некоторого периода времени производилось наблюдение за работой одного объекта. За весь период зарегистрировано $n = 15$ отказов. До начала наблюдений объект проработал 258 ч, к концу наблюдения наработка составила 1233 ч. Определить среднюю наработку на отказ t_{CP} .

Дано:

$$n = 15$$

$$t_1 = 258 \text{ ч}$$

$$t_2 = 1233 \text{ ч}$$

Найти:

$$t_{CP}$$

Решение:

Наработка за указанный период составила

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 1233 - 258 = 975 \text{ ч}.$$

Наработка на отказ по статистическим данным определяется по формуле

$$t_{CP} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n},$$

где t_i – время исправной работы между $(i - 1)$ и i отказами; n – число отказов за некоторое время t .

Приняв $\sum_{i=1}^n t_i = 975$ ч, можно определить среднюю наработку на отказ

$$t_{CP} = \frac{975}{15} = 65 \text{ ч}.$$

Пример 5

Производилось наблюдение за работой трех однотипных объектов. За период наблюдения было зафиксировано по первому объекту 6 отказов, по второму – 11 отказов, третьему – 8 отказов. Нарботка первого объекта $t_1 = 6181$ ч, второго $t_2 = 329$ ч, третьего $t_3 = 245$ ч. Определить наработку объектов на отказ.

Дано:

$$N = 3 \text{ шт.}$$

$$n_1 = 6 \text{ шт.}$$

$$n_2 = 11 \text{ шт.}$$

$$n_3 = 8 \text{ шт.}$$

$$t_1 = 181 \text{ ч}$$

$$t_2 = 329 \text{ ч}$$

$$t_3 = 245 \text{ ч}$$

Найти:

$$t_{cp}$$

Решение:

1-й вариант решения:

$$t_{cp} = \sum_{i=1}^n t_i / n_i;$$

$$t_{cp} = \frac{T_1 + T_2 + T_3}{n_1 + n_2 + n_3};$$

$$t_{cp} = \frac{181 + 329 + 245}{6 + 11 + 8} = 30,2 \text{ ч};$$

2-й вариант решения:

$$t_{cp1} = \frac{t_1}{n_1}, \quad t_{cp2} = \frac{t_2}{n_2}, \quad t_{cp3} = \frac{t_3}{n_3};$$

$$t_{cp1} = \frac{181}{6} = 30,2 \text{ ч}; \quad t_{cp2} = \frac{329}{11} = 29,9 \text{ ч}; \quad t_{cp3} = \frac{245}{8} = 30,6 \text{ ч};$$

$$t_{cp} = (30,2 + 29,9 + 30,6) / 3 = 30,2 \text{ ч.}$$

Как видно, у задачи есть два варианта решения. Первый основан на использовании общей формулы вычисления средней наработки; второй – более детальный: сначала находится средняя наработка для каждого элемента, а среднее значение этих чисел и есть то, что определяется.

Пример 6

Система состоит из 5 приборов, причем отказ любого одного из них ведет к отказу системы. Известно, что первый отказал 34 раза в течение 952 ч работы, второй – 24 раза в течение 960 ч работы, а остальные приборы в течение 210 ч работы отказали 4, 6 и 5 раз соответственно. Требуется определить наработку на отказ системы в целом, если справедлив экспоненциальный закон надежности для каждого из пяти приборов.

Дано:

$$N = 5 \text{ шт.}$$

$$n_1 = 34 \text{ шт.}$$

$$n_2 = 24 \text{ шт.}$$

$$n_3 = 4 \text{ шт.}$$

$$n_4 = 6 \text{ шт.}$$

$$n_5 = 5 \text{ шт.}$$

$$t_1 = 952 \text{ ч}$$

$$t_2 = 960 \text{ ч}$$

$$t_{3-5} = 210 \text{ ч}$$

Решение:

Используются следующие соотношения:

$$\lambda_c = \sum_{i=1}^N \lambda_i; \quad t_{cp} = \frac{1}{\lambda_c}.$$

Определяется интенсивность отказов для каждого прибора ($N = 1$):

$$\lambda_i = \frac{n}{N_{cp} \cdot \Delta t},$$

где N_{cp} – среднее число исправно работающих изделий в интервале Δt .

$$\lambda_1 = \frac{34}{952} = 0,0357 \text{ ч}^{-1}; \quad \lambda_2 = \frac{24}{960} = 0,025 \text{ ч}^{-1};$$

$$\lambda_3 = \frac{4}{210} = 0,02 \text{ ч}^{-1};$$

Найти:

$$t_{cp}$$

$$\lambda_4 = \frac{6}{210} = 0,03 \text{ ч}^{-1}; \quad \lambda_5 = \frac{5}{210} = 0,02 \text{ ч}^{-1};$$

или

$$\sum_{i=1}^n \lambda_{3...5} = \frac{4+6+5}{210} = 0,0714 \text{ ч}^{-1};$$

тогда интенсивность отказов системы будет

$$\lambda_c = \sum_{i=1}^N \lambda_i = \lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_{3...5} = 0,0357 + 0,025 + 0,0714 = 0,132 \text{ ч}^{-1}.$$

Средняя наработка на отказ системы равна

$$t_{cp} = \frac{1}{\lambda_c} = \frac{1}{0,135} = 7,41 \text{ ч.}$$

Пример 7

За наблюдаемый период эксплуатации в аппаратуре было зафиксировано 8 отказов. Время восстановления составило: $t_1 = 12$ мин, $t_2 = 23$ мин, $t_3 = 15$ мин, $t_4 = 9$ мин, $t_5 = 17$ мин, $t_6 = 28$ мин, $t_7 = 25$ мин, $t_8 = 31$ мин.

Требуется определить среднее время восстановления аппаратуры.

Дано:
$n = 8$ отказов
$t_1 = 12$ мин
$t_2 = 23$ мин
$t_3 = 15$ мин
$t_4 = 9$ мин
$t_5 = 17$ мин
$t_6 = 28$ мин
$t_7 = 25$ мин
$t_8 = 31$ мин
Найти:
$t_{cp.в}$

Решение:

$$t_{cp.в} = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{n};$$

$$t_{cp.в} = \frac{12 + 23 + 15 + 9 + 17 + 28 + 25 + 31}{8} = 20 \text{ мин.}$$

Пример 8

Аппаратура имела среднюю наработку на отказ $t_{cp} = 65$ ч и среднее время восстановления $t_в = 1,25$ ч.

Требуется определить коэффициент готовности K_2 .

Дано:
$t_{cp} = 65$ ч
$t_в = 1,25$ ч
Найти:
K_2

Решение:

$$K_2 = \frac{t_{cp}}{t_{cp} + t_в};$$

$$K_2 = \frac{65}{65 + 1,25} = 0,98.$$

Пример 9

Пусть время работы элемента до отказа подчинено экспоненциальному закону $\lambda = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ ч}^{-1}$. Требуется определить вероятность безотказной работы $P(t)$, частоту отказов $f(t)$ и среднюю наработку на отказ t_{cp} , если $t = 500, 1000, 2000$ ч.

Дано:
$\lambda = 2,5 \cdot 10^{-5} \text{ ч}^{-1}$
$t_1 = 500$ ч
$t_2 = 1000$ ч
$t_3 = 2000$ ч
Найти:
$P(t)$
$f(t)$
t_{cp}

Решение:

$$P(t) = e^{-\lambda t};$$

$$P(t_1) = e^{-2,5 \cdot 0,00001 \cdot 500} = 0,98;$$

$$P(t_2) = e^{-2,5 \cdot 0,00001 \cdot 1000} = 0,97;$$

$$P(t_3) = e^{-2,5 \cdot 0,00001 \cdot 2000} = 0,95;$$

$$f(t) = \lambda \cdot P(t);$$

$$f(t_1) = 2,5 \cdot 10^{-5} \cdot 0,98 = 2,45 \cdot 10^{-5} \text{ ч}^{-1};$$

$$f(t_2) = 2,5 \cdot 10^{-5} \cdot 0,97 = 2,425 \cdot 10^{-5} \text{ ч}^{-1};$$

$$f(t_3) = 2,5 \cdot 10^{-5} \cdot 0,95 = 2,375 \cdot 10^{-5} \text{ ч}^{-1};$$

$$t_{cp} = \frac{1}{\lambda};$$

$$t_{cp} = \frac{1}{2,5 \cdot 10^{-5}} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ ч.}$$

Пример 10

Время работы изделия до отказа подчиняется закону распределения Рэля. Требуется определить количественные характеристики: $P(t)$, $f(t)$, $\lambda(t)$, t_{cp} при $t_1 = 500$ ч, $t_2 = 1000$ ч, $t_3 = 2000$ ч, если параметр распределения $\sigma = 1000$ ч.

Дано:

$$t_1 = 500 \text{ ч}$$

$$t_2 = 1000 \text{ ч}$$

$$t_3 = 2000 \text{ ч}$$

$$\sigma = 1000 \text{ ч}$$

Найти:

$$P(t)$$

$$f(t)$$

$$\lambda(t)$$

$$t_{cp}$$

Решение:

Необходимо воспользоваться формулами, соответствующими закону распределения Рэля ([8], табл. 1.1)

$$f(t) = \frac{t}{\sigma^2} e^{-\frac{t^2}{2\sigma^2}};$$

$$f(500) = \frac{500}{1000^2} e^{-\frac{500^2}{2 \cdot 1000^2}} = 4 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1};$$

$$f(1000) = \frac{1000}{1000^2} e^{-\frac{1000^2}{2 \cdot 1000^2}} = 6,1 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1};$$

$$f(2000) = \frac{2000}{1000^2} e^{-\frac{2000^2}{2 \cdot 1000^2}} = 2,7 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1};$$

$$P(t) = \int f(t) dt = e^{-\frac{t^2}{2\sigma^2}};$$

$$P(500) = e^{-\frac{500^2}{2 \cdot 1000^2}} = 0,88;$$

$$P(1000) = e^{-\frac{1000^2}{2 \cdot 1000^2}} = 0,61;$$

$$P(2000) = e^{-\frac{2000^2}{2 \cdot 1000^2}} = 0,14;$$

$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{P(t)};$$

$$\lambda(500) = \frac{4 \cdot 10^{-4}}{0,88} = 4,5 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1};$$

$$\lambda(1000) = \frac{6,1 \cdot 10^{-4}}{0,61} = 10^{-3} \text{ ч}^{-1};$$

$$\lambda(2000) = \frac{2,7 \cdot 10^{-4}}{0,14} = 1,93 \cdot 10^{-3} \text{ ч}^{-1};$$

$$t_{cp} = \frac{1}{\lambda};$$

$$t_{cp}(500) = \frac{1}{4,5 \cdot 10^{-4}} = 2,2 \cdot 10^{-3} \text{ ч};$$

$$t_{cp}(1000) = \frac{1}{10^{-3}} = 10^3 \text{ ч};$$

$$t_{cp}(2000) = \frac{1}{19,3 \cdot 10^{-4}} = 0,05 \cdot 10^4 = 500 \text{ ч}.$$

Для оценивания выполнения практических работ используются следующие критерии:

Критерии оценивания практической работы

Форма оценки	Критерий оценивания
зачтено	Цель, поставленная студенту, выполнена полностью. Решены все задачи, указанные в работе. Студент в полном объеме владеет теоретическим материалом для выполнения работы. Четко знает всю последовательность выполнения работы. Правильно подбирает методику. Грамотно и понятно оформляет отчет о проведенной работе. Формирует полный, четкий и соответствующий целям и задачам вывод по работе. Полностью выполняет требования технике безопасности.
не зачтено	Цель, поставленная студенту, не достигнута. Решена часть задач или задачи не решены вообще. Студент плохо владеет теоретическим материалом для выполнения работы. Путает последовательность или выполняет не все этапы работы. Неправильно определяет необходимые параметры и размеры. Небрежно оформляет отчет о проделанной работе, упускает важные моменты в отчете. Сформированный вывод о проделанной работе не соответствует или частично соответствует поставленной цели и задачам. Нарушает требования по технике безопасности.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме зачета используется следующая шкала оценивания: зачтено, не зачтено.

Промежуточная аттестация в форме зачета проводится по результатам текущего контроля знаний обучающегося.

Зачет служит формой проверки выполнения студентом лабораторных работ, усвоения учебного материала лекционного курса, практических занятий.

Результаты промежуточной аттестации в форме зачета определяются недифференцированными оценками «зачтено», «не зачтено».

Итоговая оценка («зачтено») определяется на основании результатов, полученных при текущих аттестациях. Зачет является промежуточным этапом процесса формирования компетенций студента при изучении дисциплины.

Для получения положительной оценки («зачтено») студент должен выполнить и защитить все лабораторные работы, предусмотренные рабочей программой, выполнить все расчетные задания своего варианта, показать хороший уровень знаний на итоговом тестировании.

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

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

Неудовлетворительная оценка («не зачтено») ставится, если студент не выполнил задания лабораторных или выполнил задания лабораторных работ, но не защитил их и/или не выполнил задания практических занятий своего варианта, а также показал плохой уровень знаний на итоговом тестировании.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Знание основных закономерностей, соотношений, принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Освоение методик, умение решать (типовые) практические задачи, выполнять (типовые) задания
	Умения использовать теоретические знания для выполнения профессиональных и проектных решений в области техносферной безопасности, выборе методики решения инженерных задач, систем и процессов безопасности техносферы
	Умение проверять решения и анализировать результаты
	Умение качественно оформлять (презентовать) выполнение заданий
Навыки	Навыки решения стандартных/нестандартных задач
	Быстрота выполнения трудовых действий и объем выполненных заданий
	Качество выполнения трудовых действий
	Самостоятельность планирования трудовых действий

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

Оценка сформированности компетенций по показателю «Знания».

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	не зачтено	зачтено
Знание терминов, определений, понятий	Недостаточный уровень знаний терминов, определений, понятий Не ответил на дополнительные вопросы	Знает термины и определения. Ответил на большинство дополнительных вопросов.
Знание основных закономерностей, соотношений,	Не знает вопросы государственного управления в области техносферной безопасности, в том	Знает, интерпретирует и использует сведения о вопросах государственного управления в

принципов	числе систему государственного, межведомственного и ведомственного надзора и контроля; требования нормативно-правовых актов в области обеспечения техносферной безопасности; основы функционирования локальных систем обеспечения техносферной безопасности; состав и порядок оформления отчетности.	области техносферной безопасности, в том числе систему государственного, межведомственного и ведомственного надзора и контроля; требования нормативно-правовых актов в области обеспечения техносферной безопасности; основы функционирования локальных систем обеспечения техносферной безопасности; состав и порядок оформления отчетности.
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает материал дисциплины в достаточном объеме
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов или дает неполные ответы на все вопросы	Дает развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности или с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Грамотно и по существу излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю «Умения».

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	не зачтено	зачтено
Освоение методик, умение решать (типовые) практические задачи, выполнять (типовые) задания	Не умеет выполнять типовые задания практических работ, не способен решать типовые задачи с использованием известного алгоритма действий.	Умеет выполнять типовые задания, способен решать типовые задачи, предусмотренные рабочей программой.
Умения использовать теоретические знания для выполнения заданий по определению нормативы качества и нормативов	Испытывает затруднения или не может увязывать теорию с практикой, не может ответить на простые вопросы, связанные с выполнением задания, не может обосновать выбор метода при решении практических задач; не может обосновать полученные результаты.	Правильно применяет полученные знания при выполнении, обосновании решений и защите заданий. Грамотно применяет методики выполнения практических работ и алгоритм решения практических задач. Умеет применять теоретическую базу дисциплины при выполнении всех видов заданий, предлагает

допустимого воздействия на объект, среду обитания; по формированию отчетности (на локальном уровне) в области техносферной безопасности.		собственные методы решения; грамотно обосновывает полученные результаты.
Умение проверять решения и анализировать результаты	Допускает грубые ошибки при выполнении заданий и решении практических задач. Не способен сформулировать и обосновать выводы по работе.	Не допускает ошибок при решении задач и выполнении заданий. Формулирует, обосновывает и делает выводы по работам. Самостоятельно анализирует полученные результаты при решении задач и выполнении заданий.
Умение качественного оформлять (презентовать) выполнение заданий	Не способен качественно оформлять (презентовать) выполнение заданий.	Понятно и корректно оформляет (презентует) выполнение заданий. Умеет качественно, верно и аккуратно оформлять (презентовать) выполненные задания.

Оценка сформированности компетенций по показателю «Навыки».

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	не зачтено	зачтено
Навыки решения стандартных задач	Не обладает навыками выполнения заданий и решения стандартных задач.	Не испытывает затруднений при выполнении заданий и решения стандартных и сложных задач.
Быстрота выполнения трудовых действий и объем выполненных заданий	Не выполняет трудовые действия или выполняет очень медленно, не достигая поставленных задач.	Выполняет трудовые действия, выполняет все поставленные задания с соблюдением установленного графика.
Качество выполнения трудовых действий	Выполняет трудовые действия некачественно	Выполняет трудовые действия качественно, в том числе при выполнении сложных заданий
Самостоятельность планирования трудовых действий	Не может самостоятельно планировать и выполнять собственные трудовые действия.	Самостоятельно выполняет трудовые действия с консультацией наставника или полностью самостоятельно выполняет трудовые без посторонней помощи.

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, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, ГУК 617	Специализированная мебель. Проектор, компьютер, автоматизированный экран, магнитно-меловая доска
2	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель, компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду

Для презентации лекционного материала используется комплект оборудования: проектор, ноутбук.

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения

№	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 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

Перечень основной литературы

1.Егоров, А. Ф. Анализ риска, оценка последствий аварий и управление безопасностью химических, нефтеперерабатывающих производств: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 280100.65 «Безопасность жизнедеятельности» /

А. Ф. Егоров, Т. В. Савицкая. - М.: КолосС, 2017. - 525 с. - (Для высшей школы). - ISBN 978-5-9532-0747-8.

2. Волкова, В. Н. Теория систем и системный анализ: учеб. для бакалавров / В. Н. Волкова, А. А. Денисов. - М.: Юрайт, 2019. - 679 с. - (Бакалавр. Углубленный курс). - ISBN 978-5-9916-1829-8.

3. Казиев, В. М. Введение в анализ, синтез и моделирование систем: учеб. пособие / В. М. Казиев. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2016. - 245 с. - (Основы информационных технологий). - ISBN 5-94774-511-9.

Перечень дополнительной литературы

4. Зиновьева, О.М. Безопасность жизнедеятельности. Прогнозирование и оценка последствий техногенных аварий и стихийных бедствий [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / О.М. Зиновьева [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – М.: Издательский Дом МИСиС, 2007. – 122 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/56037>. – ЭБС «IPRbooks», по паролю

5. Тарасенко, Ф. П. Прикладной системный анализ: учеб. пособие / Ф. П. Тарасенко. - М.: КНОРУС, 2010. - 218 с. - ISBN 978-5-406-00212-4.

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

1. Консультант плюс. Надежная правовая поддержка www.consultant.ru
2. Научная электронная библиотека www.elibrari.ru
3. Официальный сайт Белгородского государственного технологического университета www.bstu.ru
4. ФГБУН Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук <http://www.viniti.ru/>
5. Независимый научно-технический портал <http://ntpo.com>
6. Электронная библиотека. Наука и техника <http://n-t.ru/>
7. ООО Ассоциация инженерного образования в России <http://aeer.ru>.