

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»  
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)



УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по УР

Н.И. Никифорова

«12» 04 2021г.

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

по дисциплине (модулю)

**Б1.Б.19 Надежность технических систем и техногенный риск**

(код и наименование дисциплины (модуля))

**20.03.01 «Техносферная безопасность»**

(код и наименование направления подготовки/ специальности)

**Безопасность технологических процессов и производств**

(наименование профиля/специализации)

**бакалавр**

квалификация

**Очно- заочная, заочная**

форма обучения

Нижнекамск, 2020г.

Составитель ФОС:  
доцент ПАХТ  
(должность)

  
(подпись)

Г.Р. Патракова  
(Ф.И.О)

ФОС рассмотрен и одобрен на заседании кафедры  
ПАХТ, протокол от 29.03.2021 г. № 6

Зав. кафедрой ПАХТ

  
(подпись)

Д.Н. Латыпов  
(Ф.И.О.)

Эксперт:

Руководитель ООП доцент Латыпов Д.Н., зав. каф. ПАХТ НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»  
Ф.И.О., должность, организация, подпись

  
(подпись)

**Перечень компетенций с указанием уровней их формирования по направлению подготовки бакалавров 20.03.01 «Техносферная безопасность»  
Профиль подготовки «Безопасность технологических процессов и производств»**

<b>Индекс Компетенции</b>	<b>Содержание компетенции</b>	<b>Этапы формирования компетенции</b>				<b>Наименование оценочного средства</b>
		<b>Лекции</b>	<b>Практические занятия</b>	<b>Лабораторные занятия</b>	<b>Курсовой проект (работа)</b>	
ПК-4.1	Знает перечень опасностей, параметры источников опасности рабочей среды и трудового процесса, необходимые для ранжирования негативных факторов и выработки защитных мер	<i>Тема 1-9</i>	<i>Тема 1, 2, 3, 5, 6, 9</i>	<i>Тема 3, 4, 5, 6</i>	<i>Не предусмотрены</i>	Зачет, практические работы
ПК-4.2	Умеет осуществлять сбор и анализ документов и информации об условиях труда, разрабатывать программы производственного контроля	<i>Тема 1-9</i>	<i>Тема 1, 2, 3, 5, 6, 9</i>	<i>Тема 3, 4, 5, 6</i>	<i>Не предусмотрены</i>	Зачет, практические работы
ПК-4.3	Владеет навыками контроля исполнения правовых и организационных основ порядка проведения производственного контроля и специальной оценки условий труда	<i>Тема 1-9</i>	<i>Тема 1, 2, 3, 5, 6, 9</i>	<i>Тема 3, 4, 5, 6</i>	<i>Не предусмотрены</i>	Зачет, практические работы

**Перечень оценочных средств по дисциплине (модулю)**

**7 семестр.**

<b>Оценочные средства</b>	<b>Кол-во</b>	<b>Min, баллов</b>	<b>Max, баллов</b>
<b>Практическая работа</b>	<b>4</b>	<b>7 (28)</b>	<b>12 (48)</b>
<b>Контрольная работа</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>12</b>
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>1</b>	<b>24</b>	<b>40</b>
<b>Итого:</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

### *Шкала оценивания*

Цифровое выражение	Выражение в баллах:	Словесное выражение	Критерии оценки индикаторов достижения при форме контроля:	
			экзамен / зачет с оценкой	зачет
5	87 - 100	Отлично (зачтено)	Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий	Оценка «зачтено» выставляется студенту, если
4	74 - 86	Хорошо (зачтено)	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, необходимые практические компетенции в основном сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.	ответы на вопросы по темам дисциплины последовательны, логически изложены, допускаются незначительные недочеты в ответе студента, такие как отсутствие самостоятельного вывода, речевые ошибки и пр
3	60 - 73	Удовлетворительно (зачтено)	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.	
2	Ниже 60	Неудовлетвор	Оценка	Оценка «не

		ительно (не зачтено)	«неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному	зачтено» выставляется студенту, если студент не знает основных понятий темы дисциплины, не отвечает на дополнительные и наводящие вопросы преподавателя.
--	--	-------------------------	---	---

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
 Нижнекамский химико-технологический институт (филиал)  
 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
 высшего образования  
 «Казанский национальный исследовательский технологический  
 университет»  
 (НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)

Факультет \_\_\_\_\_ механический \_\_\_\_\_

Кафедра Процессы и аппараты химических технологий

Направление подготовки/специальность: 20.03.01 «Техносферная  
безопасность»

(код и наименование)

Профиль/специализация: Безопасность технологических процессов и  
производств

(наименование)

Семестр 7

### **Перечень вопросов к зачету по дисциплине Б1.Б.19 «Надежность технических систем и техногенный риск»**

1. Надежность как комплексное свойство технического объекта (прибора, устройства, машины, системы).
2. Сущность надежности как способности выполнять заданные функции, сохраняя свои основные характеристики в установленных пределах, при определенных условиях эксплуатации.
3. Понятия отказа, аварии, катастрофы.
4. Система стандартов «надежность в технике». Основные понятия, термины и определения состояний объектов и свойств надежности.
5. Номенклатура и классификация показателей надежности.
6. Показатели безотказности невосстанавливаемых объектов.

7. Показатели безотказности восстанавливаемых объектов.
8. Показатели долговечности.
9. Показатели ремонтпригодности.
10. Показатели сохраняемости.
11. Комплексные показатели надежности.
12. Источники и причины изменения выходных параметров объектов.
13. Классификация отказов. Математическая модель надежности объекта.
14. Формирование закона изменения выходного параметра объекта во времени. Общая схема формирования отказа объекта.
15. Модели постепенных отказов. Моделирование внезапных отказов на основе экспоненциального закона надежности.
16. Одновременное проявление внезапных и постепенных отказов.
17. Снижение уровня сопротивляемости объекта внезапным отказам вследствие процесса старения материалов.
18. Основные особенности исследования долговечности объектов.
19. Потеря объектом работоспособности при эксплуатации с установленным периодом непрерывной работы.
20. Потеря объектом работоспособности при эксплуатации с работой до отказа.
21. Системы как объект надежности и их основные свойства.
22. Расчет надежности систем с расчлененной структурой. Резервирование как метод обеспечения надежности технологических систем на стадии их создания.
23. Понятие риска. Основные принципы концепции «приемлемого риска».
24. Математические определения риска. Причины возникновения риска.
25. Причины аварийности на производстве. Классификация рисков при управлении техногенной безопасностью.
26. Индивидуальный, коллективный, потенциальный территориальный и социальный риски.
27. Проблемы техногенной безопасности. Классификация потенциально опасных объектов и технологий по характеру возможных чрезвычайных ситуаций, возникающих в результате аварий на таких объектах.
28. Номенклатура основных источников аварий и катастроф. Природно-техногенные риски и их классификация.
29. Статистика аварий и катастроф.
30. Опасности, последовательности событий, исходы аварий и их последствия.
31. Структура полного ущерба как последствия аварий на технических объектах.
32. Прогнозирование аварий и катастроф. Общая структура анализа техногенного риска.
33. Социально-экономические проблемы обеспечения безопасности техники. Снижение опасности риска.
34. Аварийная подготовленность. Аварийное реагирование. Основные принципы обеспечения безопасности.

35. Принцип глубокоэшелонированной защиты и его реализация. Принцип единичного отказа. Пути понижения вероятности отказа.
36. Допустимый риск. Расчет критериального значения риска. Факторы, затрудняющие формализацию расчета риска.
37. Критериальные значения риска в результате природных явлений и различных видов деятельности. Нормативные значения риска для промышленных объектов.
38. Система управления. Задачи персонала.
39. Типовые функции персонала и условия их выполнения. Ошибки персонала.
40. Качественный анализ персонала. Факторы деятельности и их влияние на безопасность объекта.
41. Вероятности ошибочного и безошибочного выполнения различных операций.
42. Статистический метод расчета вероятности безошибочного выполнения операции. Шкала вероятности ошибочных действий персонала.
43. Основные задачи анализа. Этапы проведения анализа. Анализ исходных событий.
44. Анализ аварийных последовательностей. Анализ надежности элементов объекта. Анализ надежности персонала.
45. Построение «дерева отказов». Анализ конечных состояний. Описание конечных состояний. Оценка последствий.
46. Расчет риска. Полная вероятность наступления аварии. Анализ результатов расчета риска.
47. Анализ значимости, чувствительности и неопределенности результатов анализа.
48. Задачи анализа. Схема анализа объекта при эксплуатации. Построение «дерева событий».
49. Характеристика показателей безопасности.
50. Методы вычисления точечных и интервальных оценок показателей рейтинга.
51. Анализ безопасности технических систем по результатам выделения предвестников аварий.
52. Механизм управления безопасностью с использованием рейтингов нарушений.
53. Экологический риск от техногенных аварий и катастроф.
54. Экологический риск от загрязнения подземных вод. Экологический риск в местах добычи радиоактивных материалов, при уничтожении химического оружия, при обращении с радиоактивными отходами.

Оценка за ответ на вопросы зачета, проводимый в форме устного опроса знаний студентов, осуществляется в соответствии с балльно-рейтинговой системой и предполагает максимальный балл за ответ – 40. Оценивание ответа студента производится по следующей шкале баллов

Критерий оценки	Балл
<p>Демонстрирует полное понимание поставленного вопроса. Дает полный развернутый ответ на основной вопрос. Дает логически обоснованный и правильный ответ на дополнительный вопрос.</p> <p><b>Оценка «зачтено»</b> выставляется студенту, если он исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал рекомендуемой литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.</p> <p><b>Знает:</b> основные понятия и определения в области надежности технических систем и техногенного риска; причины отказов и их классификацию; методы анализа и расчета параметров надежности технических систем и риска развития аварий; принципы обеспечения надежности сложных технических систем; методы обработки информации о надежности оборудования.</p> <p><b>Может:</b> определять интенсивность негативных проявлений, показатели долговечности и сохраняемости; использовать статистические методы обработки информации о работе технических систем различной сложности; классифицировать причины отказов оборудования: определять причину постепенной потери работоспособности технических систем; проектировать надежность создаваемых технических систем; обрабатывать статистические данные о надежности технических систем.</p> <p><b>Способен:</b> владеть опытными методами определения проявлений опасности; методами разработки и изготовления надежных технических систем; методами определения величины риска; методами проведения анализа риска опасных производственных объектов.</p>	36-40
<p>Дает достаточно полный ответ, с нарушением последовательности изложения. Отвечает на дополнительный вопрос, но обосновать не может.</p> <p><b>Оценка «зачтено»</b> выставляется студенту, если он по существу излагает материал, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов.</p> <p><b>Знает:</b> основные понятия и определения в области надежности технических систем и техногенного риска; причины отказов и их классификацию; методы анализа и расчета параметров надежности технических систем и риска развития аварий; принципы обеспечения надежности сложных технических систем; методы обработки информации о надежности оборудования.</p> <p><b>Может:</b> определять интенсивность негативных проявлений, показатели долговечности и сохраняемости; использовать статистические методы обработки информации о работе технических систем различной сложности.</p>	30-35



<p><b>Способен:</b> владеть опытными методами определения проявлений опасности; методами разработки и изготовления надежных технических систем.</p>	
<p>Дает неполный ответ на основной вопрос. Не дает ответа на дополнительный вопрос.</p> <p><b>Оценка «зачтено»</b> выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.</p> <p><b>Знает:</b> основные понятия и определения в области надежности технических систем и техногенного риска; причины отказов и их классификацию; методы анализа и расчета параметров надежности технических систем и риска развития аварий; принципы обеспечения надежности сложных технических систем; методы обработки информации о надежности оборудования.</p> <p><b>Может:</b> определять интенсивность негативных проявлений, показатели долговечности и сохраняемости.</p> <p><b>Способен:</b> владеть опытными методами определения проявлений опасности; методами разработки и изготовления надежных технических систем.</p>	24-29
<p>Нет ответа.</p> <p><b>Оценка «не зачтено»</b> выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями отвечает на вопросы. Как правило, оценка «незачтено» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.</p>	0

Суммарный рейтинг студента в баллах за семестр складывается из оценки его деятельности в течение семестра и оценки, полученной на экзамене, в соотношении 60:40. Максимальный балл, который может набрать студент за один семестр в ходе изучения дисциплины в целом, равен 100. В соответствии с положением о балльно-рейтинговой системе (БРС) к набранной за семестр сумме баллов (от 36 до 60) добавляется при сдаче зачета от 24 до 40 баллов.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Нижекамский химико-технологический институт (филиал)  
федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический  
университет»  
(НХТИ ФГБОУ ВО «КНИТУ»)  
Факультет \_\_\_\_\_ механический \_\_\_\_\_

*Кафедра Процессы и аппараты химических технологий*

Направление подготовки/специальность: 20.03.01 «Техносферная безопасность»

(код и наименование)

Профиль/специализация: Безопасность технологических процессов и производств

(наименование)

Семестр 7

**Практические занятия**

по дисциплине Б1.Б.19 Надежность технических систем и техногенный риск  
(наименование дисциплины)

Цель проведения практических занятий – формирование у обучаемых практических навыков в области обеспечения надежности технических систем.

№ п/п	Раздел дисциплины	Тема практического занятия	Краткое содержание	Формируемые компетенции
1	Основные положения и методы расчета надежности технических систем	<i>Определение интенсивности негативных проявлений.</i>	<i>Применение статистических методов обработки информации о надежности технических систем. Оценка факторов, обеспечивающих надежность сложных технических систем.</i>	ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3;
2	Анализ техногенного риска	<i>Логико-графические методы анализа «деревьев отказов» и «деревьев событий».</i>	<i>Применение методов анализа риска «деревья отказов и событий». Оценка роли персонала в обеспечении надежности производственных</i>	ПК-4.1; ПК-4.2; ПК-4.3;

			<i>систем. Определение вида и величины риска негативных событий.</i>	
--	--	--	--	--

### **Критерии оценки:**

7 семестр.

При изучении дисциплины предусматривается выполнение 2 практических работ, за выполнение и защиту которых студент может получить максимальное количество баллов – 30 (5 баллов выполнение каждой практической работы).

По итогам работы делается вывод.

**Критерии оценки:** Оценка за решение практической работы, осуществляется в соответствии с балльно-рейтинговой системой и предполагает максимальный балл —12 баллов, минимальный—7 баллов. Оценивание ответа студента производится по следующей шкале баллов:

**12 баллов** выставляется студенту, если он владеет разносторонними навыками и приемами выполнения задач, правильно и без ошибок выполняет задачи.

**9 баллов** выставляется студенту, если он правильно применяет теоретические положения при решении задач, но в решении имеются небольшие погрешности.

**7 баллов** выставляется студенту, который допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями использует формулы.

Методическое обеспечение для проведения практических работ:

1. Е.В. Глебова, А.В. Коновалов Основы промышленной безопасности. Учебное пособие. М: РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина, 2015.- 171с.
2. Расчет и проектирование средств обеспечения безопасности: учебное пособие / В.Я. Борщев. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. - 96 с.

Министерство образования и науки Российской Федерации

Нижнекамский химико-технологический институт (филиал) федерального  
государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Казанский национальный исследовательский технологический университет»

Факультет \_\_\_\_\_ механический \_\_\_\_\_

Кафедра Процессы и аппараты химических технологий

Направление подготовки/специальность: 20.03.01 «Техносферная  
безопасность»

(код и наименование)

Профиль/специализация: Безопасность технологических процессов и  
производств

(наименование)

Семестр 7

**Контрольная работа**

по дисциплине Б1.Б.19 Надежность технических систем и техногенный риск  
(наименование дисциплины)

Задача. На испытание поставлено  $X$  элементов. Число отказов фиксировалось в каждом интервале времени испытаний  $\Delta t$ . Требуется определить вероятность безотказной работы, частоту отказов и интенсивность отказов в функции времени, построить графики этих функций, а также найти среднюю наработку до первого отказа элементов. В таблице 1 приведены сведения по отказам за указанный промежуток времени.

Таблица 1 – Исходные данные

Вариант 1		Вариант 2		Вариант 3		Вариант 4		Вариант 5	
X = 140		X = 150		X = 175		X = 190		X = 120	
$\Delta t_i, \text{ч}$	$n(\Delta t_i)$	$\Delta t_i, \text{ч}$	$n(\Delta t_i)$	$\Delta t_i, \text{ч}$	$n(\Delta t_i)$	$\Delta t_i, \text{ч}$	$n(\Delta t_i)$	$\Delta t_i, \text{ч}$	$n(\Delta t_i)$
0-5	22	0-25	25	0-15	26	0-10	27	0-20	17
5-10	19	25-50	23	15-30	21	10-20	23	20-40	15
10-15	16	50-75	19	30-45	17	20-30	26	40-60	12
15-20	14	75-100	17	45-60	20	30-40	20	60-80	9
20-25	12	100-125	15	60-75	16	40-50	18	80-100	7
25-30	9	125-150	13	75-90	14	50-60	15	100-120	4
30-35	6	150-175	9	90-105	11	60-70	11	120-140	6
35-40	5	175-200	8	105-120	9	70-80	9	140-160	9
40-45	4	200-225	2	120-135	6	80-90	7	160-180	7
45-50	2	225-250	5	135-150	0	90-100	4	180-200	4
50-55	1	250-275	3	150-165	2	100-110	2	200-220	4
55-60	0	275-300	2	165-180	3	110-120	1	220-240	5
60-65	1	300-325	1	180-195	1	120-130	0	240-260	3
65-70	1	350-375	2	195-210	3	130-140	1	260-280	1

**Критерии оценки:** оценка работы студентов по выполнению контрольной работы производится путем сравнения фактически выполненных задач и мероприятий в ходе выполнения. Максимальный балл за выполнение – 12.

<b>Критерий оценки</b>	<b>Балл</b>
Демонстрирует полное понимание поставленной задачи. Дает логически обоснованный, полный и правильный ответ на. Отсутствие ошибочных высказываний, аргументированность.	12
Дает достаточно полный ответ, с нарушением последовательности изложения. Имеются трудности в обоснованности своего ответа.	10
Дает неполный ответ (в общих чертах) на вопрос.	8
Нет ответа.	0