

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор



подпись

« 29 » мая 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.Б.19 НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ
И ТЕХНОГЕННЫЙ РИСК

Направление подготовки – 20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль) – Безопасность технологических процессов и производств

Программа подготовки - академическая

Форма обучения - очная

Квалификация (степень) выпускника - бакалавр

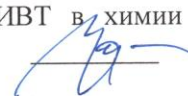
Краснодар 2020

Рабочая программа дисциплины «Надежность технических систем и техногенный риск» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность

Программу составил:
С.В. Комонов, доцент
кафедры общей, неорганической химии
и ИВТ в химии, канд. техн. наук, доцент



Рабочая программа дисциплины «Надежность технических систем и техногенный риск» утверждена на заседании кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии (разработчика) протокол № 10 «15» мая 2020г.
Заведующий кафедрой общей, неорганической химии и ИВТ в химии д.х.н., профессор Буков Н.Н.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии (выпускающей) протокол № 10 «15» мая 2020г.
Заведующий кафедрой общей, неорганической химии и ИВТ в химии д.х.н., профессор Буков Н.Н.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры физической химии (выпускающей) протокол № 10 «15» мая 2020г.
Заведующий кафедрой физической химии Заболоцкий В.И.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 5 «25» мая 2020г.
Председатель УМК факультета к.х.н., доцент Беспалов А.В.



Рецензенты:
Максимович В.Г., председатель совета директоров ООО «Агентство «Ртутная безопасность», к.т.н.

Исаев В.А., заведующий кафедрой теоретической физики и компьютерных технологий Кубанского государственного университета, д.ф.-м.н., доцент

1 Цели и задачи изучения дисциплины

1.1 Цель освоения дисциплины

Цель изучения дисциплины - формирование знаний, умений и навыков, необходимых для решения вопросов обеспечения и повышения надежности технических систем, снижения риска аварий.

1.2 Задачи дисциплины

- изучить нормативно-правовые основы организационного обеспечения надежности технических систем; методы расчета и способы обеспечения надежности, методы количественной оценки техногенного риска;

- освоить методы расчета показателей надежности машин и оборудования, испытания технических систем на надежность, повышения надежности технических систем, моделирования опасностей и снижения техногенного риска.

1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.Б.19 «Надежность технических систем и техногенный риск» относится к базовой части Блока 1 «Дисциплины» (модули) учебного плана направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность».

Данный курс опирается на знания, полученные при изучении дисциплин: «Безопасность жизнедеятельности», «Механика», «Теплофизика».

Успешное освоение курса позволяет перейти к изучению дисциплин: управление техносферной безопасностью, надзор и контроль в сфере безопасности, системы защиты и реабилитации литосферы, процессы переноса техногенных загрязнений в окружающей среде, экологические аспекты природопользования.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся общепрофессиональных и профессиональных компетенций ОК-8, ОПК-1, ПК-17, ПК-18.

№ п.п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	Владеть
1.	ОК-8	способностью работать самостоятельно	причины недостаточно высокой надежности технических систем;	производить количественную оценку надежности элементов технических систем;	методами моделирования опасностей и снижения техногенного риска
2.	ОПК-1	способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и	характеристики технических систем, используемые в теории надежности; основные виды отказов технических систем; законы распределения времени без-	рассчитывать надежность технических систем с учетом их структуры и старения элементов; выбирать оптимальный вариант резервирования в	в статических и динамических задачах принятия решений в условиях неопределенности с помощью современных программ персо-

№ п.п	Индекс компе- тенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	Владеть
		вычислитель- ной техники, информацион- ных техноло- гий в своей профессио- нальной дея- тельности;	отказной работы элементов; мето- ды оценки надежности си- стем различной структуры; ос- новные принципы и способы повы- шения надежно- сти технических систем; роль и место техноген- ного риска в про- цессе принятия решений; методы количественной оценки техноген- ного риска; мето- ды моделирова- ния опасных про- цессов, анализ моделей в инте- ресах снижения риска.	интересах повы- шения надежности технических си- стем; производить качественную и количественную оценку риска в техногенной сфе- ре. применять нормативно- правовые положе- ния при организа- ции обеспечения надежности тех- нических систем, выбирать показа- тели надежности, проводить их оценку и разраба- тывать программы обеспечения за- данной надежно- сти, использовать результаты испы- таний и контроля надежности при оформлении ре- комендаций и предложений по обеспечению надежности тех- нических систем	нальных ком- пьютеров
3	ПК-17	способностью определять опасные, чрез- вычайно опас- ные зоны, зоны приемлемого риска;			
4	ПК-18	готовностью осуществлять проверки без- опасного со- стояния объек- тов различного назначения, участвовать в экспертизах их безопасности, регламентиро- ванных дей- ствующим за- конодатель- ством Россий- ской Федера- ции;			

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице. *(для студентов ОФО).*

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры(часы)
		5
Контактная работа, в том числе:		
Аудиторные занятия (всего):	72	72
Занятия лекционного типа	18	18
Лабораторные занятия	36	36
Занятия семинарского типа (семинары, практиче- ские занятия)	18	18

Иная контактная работа:			
Контроль самостоятельной работы (КСР)		2	2
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,3	0,3
Самостоятельная работа, в том числе:		43	43
Проработка учебного (теоретического) материала		14	14
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка докладов, презентаций, решение задач)		9	9
Подготовка отчетов по лабораторным работам и их защите		14	14
Подготовка к текущему контролю		6	6
Контроль:			
Подготовка к экзамену		26,7	26,7
Общая трудоемкость	час.	144	144
	в том числе контактная работа	74,3	74,3
	зет	4	4

2.2 Структура дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 5 семестре (для студентов ОФО)

№ раздела	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Введение. Основные понятия теории надежности	9	1	2	2	4
2.	Показатели надёжности элементов ТС	14	2	2	6	4
3.	Надежность систем простейших структур	13	2	2	4	5
4.	Оценивание надёжности ТС со сложной структурой	13	2	2	4	5
5.	Методы повышения надежности сложных систем	13	2	2	4	5
6.	Анализ надежности систем при нагруженном резервировании	13	2	2	4	5
7.	Анализ надежности систем при общем резервировании	12	2	2	4	4
8.	Понятие, природа и закономерности проявления риска	10	2	2	2	4
9.	Современные методы качественного и количественного анализа техногенного риска	9	2	1	2	4
10.	Общие принципы регулирования техногенного риска при создании и эксплуатации технологических объектов	9	1	1	4	3
	<i>Итого по дисциплине:</i>		18	18	36	43

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Введение. Основные понятия теории надежности	Цель и задачи курса Надежность. Отказ. Показатели и характеристики надежности. Безотказность, долговечность, сохраняемость, ремонтопригодность. Срок службы. Избыточность. Элементы расчета надежности. Резервирование.	Устный опрос
2	Показатели надёжности элементов ТС	Вероятность безотказной работы. Частота отказов. Интенсивность отказов. Среднее время безотказной работы. Коэффициенты. Виды отказов. Коэффициенты, характеризующие влияние элементов на надежность. Поток отказов. Законы распределения времени между отказами. Количественные характеристики надежности. Решение типовых задач.	Устный опрос
3	Надежность систем простейших структур	Количественные характеристики надежности систем. Показатели надёжности систем. Решение задач оценивания надёжности ТС заданной структуры	Устный опрос
4	Оценивание надёжности ТС со сложной структурой	Общее определение работоспособного состояния системы и вероятности безотказного функционирования системы. Надёжность системы с мостиковой структурой. Методы минимального пути и минимального сечения оценивания надёжности.	Устный опрос
5	Методы повышения надежности сложных систем	Основные количественные характеристики надежности при постоянно включенном резерве. Выигрыш надежности при постоянном включенном резерве. Вероятность безотказной работы при резервировании. Основные количественные характеристики при резервировании. Коэффициент надежности при резервировании.	Устный опрос
6	Анализ надежности	Основные количественные харак-	Устный опрос

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
	систем при нагруженном резервировании	теристики надежности при постоянном включенном резерве. Выигрыш надежности при постоянном включенном резерве. Основные количественные характеристики надежности. Влияние переключателей на качество поэлементного резервирования.	
7	Анализ надежности систем при общем резервировании	Требования, предъявляемые к надежности сложных систем. Методы повышения надежности сложных систем. Сравнение различных методов повышения надежности. Кратность резервирования	Устный опрос
8	Понятие, природа и закономерности проявления риска	Исходные понятия и предпосылки. Сущность и особенности общественного восприятия риска. Природа и классификация объективно существующего риска. Принципы качественного и количественного измерения величины риска.	Устный опрос
9	Современные методы качественного и количественного анализа техногенного риска	Цель и задачи количественного анализа риска. Общая последовательность анализа и прогнозирования техногенного риска. Общая характеристика и классификация современных методов анализа техногенного риска. Методы качественного сравнительного анализа. Методы дескриптивного прогноза техногенного риска с помощью диаграмм причинно-следственных связей.	Устный опрос
10	Общие принципы регулирования техногенного риска при создании и эксплуатации технологических объектов	Сущность программно-целевого регулирования риска. Стратегическое планирование и оперативное управление техногенным риском. Нормирование и обеспечение приемлемого риска при создании производственных и транспортных объектов. Статический контроль степени риска и эффективности мероприятий по его снижению. Задачи оптимизации контрольно-профилактической работы.	Устный опрос

2.3.2 Занятия семинарского типа

№	Наименование раздела (темы)	Тематика практических занятий (семинаров)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Введение. Основные понятия теории надежности	Техническая система и её свойства	Доклады
2	Показатели надёжности элементов ТС	Определение отказа и их классификация.	Доклады, расчетные задачи
3	Надежность систем простейших структур	Жизненный цикл технической системы	Доклады, расчетные задачи
4	Оценивание надёжности ТС со сложной структурой	Экономический аспект надёжности	Доклады, расчетные задачи
5	Методы повышения надежности сложных систем	Способы повышения надёжности	Доклады, расчетные задачи
6	Анализ надежности систем при нагруженном резервировании	Определение норм и показателей надежности технических систем.	Доклады, расчетные задачи
7	Анализ надежности систем при общем резервировании	Определение вероятности безотказной работы технических систем.	Доклады, расчетные задачи
8	Понятие, природа и закономерности проявления риска	Статистическая оценка времени проведения планово-предупредительных ремонтов.	Доклады, расчетные задачи
9	Современные методы качественного и количественного анализа техногенного риска	Определение норм запасных частей.	Доклады, расчетные задачи
10	Общие принципы регулирования техногенного риска при создании и эксплуатации технологических объектов	Анализ надёжности ТС с заданной структурой.	Доклады, расчетные задачи

2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3
1	Количественные показатели надежности и эффективности	Отчет по лабораторной работе №1
2	Случайные величины и их характеристики	Отчет по лабораторной работе №2
3	Вероятностные процессы	Отчет по лабораторной работе №3

4	Типовые случаи расчетов надежности	Отчет по лабораторной работе №4
5	Оценивание надежности изделий при различных способах резервирования	Отчет по лабораторной работе №5
6	Расчет надежности систем заданной структуры	Отчет по лабораторной работе №6
7	Оценка кратности резервирования	Отчет по лабораторной работе №7

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы – не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Проработка учебного (теоретического) материала. Подготовка к текущему контролю.	1. Ветошкин, А.Г. Обеспечение надежности и безопасности в техносфере [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 236 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/72975 . Степаненко, Евгений Антонович, Белашова Е.Д. (КубГУ). Математические методы оценивания надежности технических систем, [Текст]: учебное пособие. Ч. 1 / Е. А. Степаненко; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. – Краснодар: [Кубанский государственный университет], 2017. – 276 с. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.
2	Подготовка отчетов по лабораторным работам и их защите.	Степаненко, Евгений Антонович, Белашова Е.Д. (КубГУ). Математические методы оценивания надежности технических систем, [Текст]: учебное пособие. Ч. 1 / Е. А. Степаненко; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. – Краснодар: [Кубанский государственный университет], 2017. – 276 с. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.
3	Выполнение индивидуальных заданий (подготовка докладов, презентаций, решение задач)	Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

При изучении студентами дисциплины используются следующие технологии:

- технологии проблемного обучения (проблемные лекции, проводимые в форме диалога, решение учебно-профессиональных задач);
- игровые технологии («интеллектуальные разминки», «мозговые штурмы»);
- информационно-коммуникативные образовательные технологии (моделирование изучаемых явлений, презентация учебных материалов) и элементы технологий проектного обучения.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

Фонд оценочных средств включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля успеваемости** (вопросы для устного опроса, темы докладов, решение задач) и **промежуточной аттестации** (вопросы к экзамену).

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;
- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;
- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Полный фонд оценочных средств оформлен как отдельное приложение к рабочей программе.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством:

ОК- 8 Способностью работать самостоятельно;

ОПК-1 Способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;

ПК-17 Способностью определять опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска;

ПК-18 Готовностью осуществлять проверки безопасного состояния объектов различного назначения, участвовать в экспертизах их безопасности, регламентированных действующим законодательством Российской Федерации;

4.1.1 Вопросы для устного опроса

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством:

ОК- 8 Способностью работать самостоятельно;

ОПК-1 Способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;

ПК-17 Способностью определять опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска;

ПК-18 Готовностью осуществлять проверки безопасного состояния объектов различного назначения, участвовать в экспертизах их безопасности, регламентированных действующим законодательством Российской Федерации;

- 1) Надежность и свойства ТС
- 2) Классификация ТС
- 3) Жизненный цикл ТС и задачи надежности на каждом этапе
- 4) Экономический аспект надежности
- 5) Отказы ТС и их классификация
- 6) Показатели надежности ТС
- 7) Интенсивность отказов и ее свойства
- 8) Законы распределения времени безотказного функционирования (показательный, нормальный усеченный)
- 9) Показатели надежности ТС с последовательной структурой
- 10) Показатели надежности ТС с параллельной структурой
- 11) Показатели надежности ТС с нагруженным резервированием (горячий резерв)
- 12) Показатели надежности ТС с ненагруженным резервированием
- 13) Показатели надежности восстанавливаемой системы
- 14) Коэффициент готовности восстанавливаемой системы
- 15) Надежность резервированной восстанавливаемой системы

- 16) Общая модель функционирования ТС
- 17) Показатели надежности ТС со сложной структурой
- 18) Метод минимального сечения
- 19) Метод минимального пути. Рекуррентный метод
- 20) Оценивание надежности по методу m из n
- 21) Параметрическая надежность ТС. Постановка задачи
- 22) Параметрическая надежность ТС. Частные случаи: Пуассоновский поток выбросов
- 23) Пути повышения надежности ТС. Избыточность
- 24) Задача об оптимальной профилактике ТС
- 25) Порядок проведения анализа риска ТС
- 26) Роль и место эксперимента при создании и эксплуатации ТС
- 27) Свойства надежности ТС
- 28) Показатели безотказности ТС
- 29) Показатели долговечности ТС
- 30) Показатели ремонтпригодности и сохраняемости ТС
- 31) Модели функционирования ТС
- 32) Показатели надежности ТС с облегченным резервированием
- 33) Показатели надежности ТС со скользящим резервом
- 34) Оценивание надежности на этапе эксплуатации
- 35) Понятие риска
- 36) Надежность ТС как фактор ее безопасности
- 37) Логико-графические методы анализа надежности риска
- 38) Построение дерева отказов
- 39) Качественная и количественная оценка дерева отказов
- 40) Техногенный риск
- 41) Управление риском
- 42) Понятие приемлемого риска
- 43) Оценка ущерба аварий ТС

Критерии оценки:

Критерии	Оценка	Уровень
Полнота ответов. Использование профессиональной терминологии	«зачтено»	повышенный уровень
Неполное раскрытие вопросов. При изложении ответов больше используется бытовая речь, использование профессиональной терминологии ограничено.	«зачтено»	пороговый уровень
В ответе студента проявляется незнание ответа на вопросы, допускаются грубые ошибки в изложении.	«незачтено»	уровень не сформирован

4.1.2 Примеры расчетных задач

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством:

ОК- 8 Способностью работать самостоятельно;

ОПК-1 Способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;

ПК-17 Способностью определять опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска;

ПК-18 Готовностью осуществлять проверки безопасного состояния объектов различного назначения, участвовать в экспертизах их безопасности, регламентированных действующим законодательством Российской Федерации;

Задача №1. Определение вероятности безотказной работы, частоты и интенсивности отказов

На испытание поставлено N_0 изделий. За время t (ч) вышло из строя $n(t)$ штук изделий; последующий интервал времени Δt вышло из строя $n(\Delta t)$ штук изделий. Необходимо вычислить вероятность безотказной работы за время t и $t+\Delta t$, частоту отказов и интенсивность отказов на интервале Δt .

Исходные данные приведены в таблице.

Вариант	Исходные данные				
	N_0	$t, \text{ч}$	$\Delta t, \text{ч}$	$n(t)$	$n(\Delta t)$
1	400	3000	100	200	100
2	1000	3000	1000	80	50
3	100	8000	100	50	10
4	10	1000	100	3	2
5	10	1000	100	3	1
6	1000	1000	1000	20	25
7	1000	2000	1000	45	35
8	45	75	5	44	1
9	1000	1000	1000	160	50
10	1000	1000	1000	130	30

Задача №2. Найти наработку на отказ одного вида аппаратуры;

В течение времени Δt производилось наблюдение за восстанавливаемым изделием и было зафиксировано $n(\Delta t)$ отказов. До начала наблюдения изделие проработало t_1 (ч), общее время наработки к концу наблюдения составило t_2 (ч). Требуется найти наработку на отказ. Исходные данные приведены в таблице.

Вариант	Исходные данные		
	$t_1, \text{ч}$	$t_2, \text{ч}$	$n(\Delta t)$
1	350	1280	15
2	400	1600	3
3	1000	6400	9
4	770	4800	7
5	1200	5558	2
6	300	540	12
7	540	1200	5
8	300	3200	8
9	12	184	16
10	570	2000	27

Критерии оценки:

Критерии	Оценка	Уровень
- студент грамотно излагает материал; ориентируется в материале, владеет профессиональной терминологией, применяет теоретические знания для решения ситуационных задач, показывает умение высказывать и обосновывать свои суждения;	«зачтено»	повышенный (продвинутый) уровень

- студент дает правильный, полный ответ; - студент организует связь теории с практикой.		
- студент излагает материал неполно, непоследовательно; - студент допускает неточности в определении понятий, в применении знаний для решения ситуационных задач, не может доказательно обосновать свои суждения; - обнаруживается недостаточно глубокое понимание изученного материала.	«зачтено»	пороговый уровень
- отсутствуют необходимые теоретические знания; - допущены ошибки в определении понятий, искажен их смысл, не решена ситуационная задача; - в ответе студента проявляется незнание основного материала учебной программы, допускаются грубые ошибки в изложении; - студент не может применять знания для решения ситуационной задачи.	«незачтено»	уровень не сформирован

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Перечень компетенций (части компетенции), проверяемых оценочным средством:

ОК- 8 Способностью работать самостоятельно;

ОПК-1 Способностью учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности;

ПК-17 Способностью определять опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска;

ПК-18 Готовностью осуществлять проверки безопасного состояния объектов различного назначения, участвовать в экспертизах их безопасности, регламентированных действующим законодательством Российской Федерации;

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Понятие надежности ТС
2. Технические системы и их классификация
3. Жизненный цикл технической системы
4. Экономический аспект надежности
5. Показатели надежности ТС
6. Фактор времени в надежности ТС
7. Понятие отказа ТС
8. Классификация отказов
9. Показатели надежности элементов ТС
10. Показатели безотказности элементов
11. Интенсивность отказов
12. Определение показателей надежности по одному заданному
13. Показатели долговечности функционирования ТС
14. Показатели внутренней надежности ТС

15. Показатели надежности ТС с последовательной структурой
16. Показатели надежности ТС с параллельной структурой
17. Показатели надежности ТС со сложной структурой
18. Оценивание надежности систем с мостиковой структурой
19. Метод минимального пути
20. Метод минимального сечения
21. Параметрическая надежность. Постановка задачи
22. Параметрическая надежность. Пуассоновское распределение
23. Способы повышения надежности ТС
24. Показатели надежности ТС с нагруженным резервом
25. Показатели надежности ТС с ненагруженным резервом
26. Оценивание надежности ТС с облегченным резервированием
27. Оценивание надежности ТС со скользящим резервированием
28. Определение кратности резервирования
29. Оценивание надежности ТС на этапе эксплуатации
30. Оценивание надежности по методу m из n

Пример экзаменационного билета

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»
Кафедра общей, неорганической химии и ИВТ в химии
Направление 20.03.01 «Техносферная безопасность»
Дисциплина «Надежность технических систем и техногенный риск»

Экзаменационный билет № 1

1. Показатели надежности ТС
2. Понятие риска

Зав. кафедрой,
д.х.н., профессор

Н.Н. Буков

Критерии выставления оценок на экзамене:

— оценка “отлично” выставляется, когда дан полный, развернутый ответ на поставленные вопросы, показана совокупность осознанных знаний по дисциплине, доказательно раскрыты основные положения вопросов; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание по дисциплине демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ изложен литературным языком с использованием специальных терминов. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа;

— оценка “хорошо” выставляется, когда получен полный, развернутый ответ на поставленные вопросы, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком с использованием специальных терминов. Могут быть допущены 2-3 неточности или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя;

— оценка “удовлетворительно” выставляется, когда представлен недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть значение обобщенных знаний не показано. Речевое оформление требует поправок, коррекции;

— оценка “неудовлетворительно” выставляется, когда ответ представляет собой разрозненные знания с существенными ошибками по вопросу. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь обсуждаемого вопроса по билету с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная, техническая терминология не используется. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

5.1 Основная литература*:

1. Ветошкин, А.Г. Обеспечение надежности и безопасности в техносфере [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2016. – 236 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72975>.

2. Степаненко, Е.А. Математические методы оценивания надежности технических систем [Текст]: учебное пособие / Е. А. Степаненко, Е. Д. Белашова; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Изд. 2-е доп. - Краснодар: [Кубанский государственный университет], 2017. - 276 с.: ил. - Библиогр.: с. 271-272. - ISBN 978-5-8209-1270-2

**Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечной системе «Юрайт».*

5.2 Дополнительная литература:

1. Островский, Г.М. Технические системы в условиях неопределенности: анализ гибкости и оптимизация [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Г.М. Островский, Ю.М. Волин. – Электрон. дан. – Москва: Издательство "Лаборатория знаний", 2015. – 322 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/66329>.

2. Королев, В.Ю. Математические основы теории риска [Электронный ресурс]: учеб. пособие / В.Ю. Королев, В.Е. Бенинг, С.Я. Шоргин. – Электрон. дан. – Москва: Физматлит, 2011. – 620 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2742>. – Загл. с экрана.

3. Лисунов, Е.А. Практикум по надежности технических систем [Электронный ресурс]: учебное пособие / Е.А. Лисунов. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2015. – 240 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/56607>

4. Дорохов, А.Н. Обеспечение надежности сложных технических систем [Электронный ресурс] : учебник / А.Н. Дорохов, В.А. Керножицкий, А.Н. Миронов, О.Л. Шестопалова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 352 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93594>

5. Тимошенков, С. П. Надежность технических систем и техногенный риск [Электронный ресурс]: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / С. П. Тимошенков, Б. М. Симонов, В. Н. Горошко. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 502 с. — (Серия : Бакалавр и магистр. Академический курс). — ISBN 978-5-9916-8582-5. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/12404CE1-244C-4C0F-8F1C-F2402B109248.

5.3. Периодические издания (журналы):

- 1) Безопасность в техносфере.
- 2) Безопасность жизнедеятельности
- 3) Технологии гражданской безопасности
- 4) Экология и промышленность России
- 5) Экологический вестник научных центров ЧЭС

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, необходимые для освоения дисциплины (модуля)

1. <http://novtex.ru/bjd/> Журнал «Безопасность жизнедеятельности»
2. Электронный ресурс <http://www.mhts.ru/> сайт кафедры «Экология и промышленная безопасность» МГТУ имени Н.Э. Баумана
3. <http://academygps.ru/ttb> Научный интернет-журнал «Технологии техносферной безопасности»
4. <http://academygps.ru/221/> Научный журнал «Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация»
5. <http://www.mchs.gov.ru/> МЧС России.
6. <https://rosmintrud.ru/> Минтруд России.
7. <http://ohrana-bgd.narod.ru/> Охрана труда и БЖД.
8. <http://www.obzh.ru/> - Федеральный образовательный портал по Основам безопасности жизнедеятельности.
9. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
10. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)
11. Базы данных Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору. <http://www.gosnadzor.ru/>
12. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>
13. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>
14. База данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
15. Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>
16. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>
17. Базы данных и аналитические публикации «Университетская информационная система РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru/>
18. Базы данных в сфере интеллектуальной собственности, включая патентные базы данных www.rusnano.com

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

По курсу предусмотрено проведение лекционных, практических занятий и лабораторных работ.

Лекция – форма организации учебного процесса, направленная на формирование ориентировочной основы для последующего усвоения учащимися учебного материала. Главное назначение лекции - обеспечить теоретическую основу обучения, развить интерес к учебной деятельности и конкретной учебной дисциплине, сформировать у обучающихся ориентиры для самостоятельной работы над курсом. Деятельность студентов: обязательное посещение лекций, желательна предварительная подготовка к лекции по учебной литературе, активная работа на лекции: внимательно слушать, осмысливать, перерабатывать материал, кратко записывать (конспектировать), быть готовыми отвечать на вопросы лектора, участвовать в дискуссии, задавать вопросы, если они возникают по ходу лекции, высказывать свою точку зрения.

Практические занятия - это форма организации учебного процесса, предполагающая выполнение студентами под руководством преподавателя заданий, направленных на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными практическими умениями и навыками – учебными или профессиональными, необходимыми в последующей деятельности. Важнейшим направлением практических занятий является решение учебных задач. Решение задачи всегда следует начинать с анализа условия и составления плана решения

Лабораторные занятия - форма организации обучения, интегрирующая теоретико-методологические знания, практические умения и навыки студентов в едином процессе учебно-исследовательского характера. На этих занятиях студенты осваивают конкретные методы изучения дисциплины, обучаются экспериментальным способам анализа, умению работать с приборами и современным оборудованием.

Отчеты по лабораторной работе должны содержать: наименование и цель выполнения лабораторной работы, ход работы, расчеты, графики (при необходимости), выводы.

Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине «Надежность технических систем и техногенный риск».

Целью самостоятельной работы студента является овладение фундаментальными знаниями, профессиональными умениями и навыками по профилю направления подготовки, опытом творческой, исследовательской деятельности, развитие самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровней.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы использованы следующие формы: проработка учебного (теоретического) материала, выполнение индивидуальных заданий (подготовка докладов, презентаций, решение задач), подготовка отчетов по лабораторным работам и их защите.

Работа с конспектом лекций. Студенту необходимо просматривать конспект сразу после занятий, отмечать материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции. Регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверять свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

Работа с учебной и научной литературой. Приступая к работе над книгой, следует сначала ознакомиться с материалом в целом: оглавлением, аннотацией, введением и заключением путем беглого чтения-просмотра, не делая никаких записей. Этот просмотр позволит получить представление обо всем материале, который необходимо усвоить. После этого следует переходить к внимательному чтению - штудированию материала по главам, разделам, параграфам. Изучая книгу, надо обращать внимание на схемы, таблицы, карты, рисунки: рассматривать их, обдумывать, анализировать, устанавливать связь с текстом. Это поможет эффективнее понять и усвоить изучаемый материал. Читая книгу,

следует делать выписки, зарисовки, составлять схемы, тезисы, выписывать цифры, цитаты, вести конспекты.

Создание материалов-презентаций - расширяет методы и средства обработки и представления учебной информации, формирует у студентов навыки работы на компьютере. Материалы-презентации готовятся студентом в виде слайдов с использованием программы Microsoft PowerPoint. Слайды презентации должны содержать логические схемы реферируемого материала. Студент при выполнении работы может использовать таблицы, диаграммы, графики, звуковое сопровождение, фотографии, рисунки и другое. Каждый слайд должен быть аннотирован, то есть он должен сопровождаться краткими пояснениями того, что он иллюстрирует. Во время презентации студент имеет возможность делать комментарии, устно дополнять материал слайдов. После проведения демонстрации слайдов студент должен дать личную оценку научной значимости изученной проблемной ситуации и ответить на заданные вопросы.

Информация по формам самостоятельной работы и длительности работы, отводимой на самостоятельную работу по каждому разделу представлена в таблице.

№ раз-дела	Наименование разделов (тем)	Формы самостоятельной работы	Рекомендации	Количество часов СР
1	2	3	4	5
1	Введение. Основные понятия теории надежности	Проработка учебного (теоретического) материала. Выполнение индивидуального задания. Подготовка к текущему контролю.	При подготовке использовать основную и дополнительную учебную литературу и периодические издания, интернет-ресурсы.	4
2	Показатели надёжности элементов ТС	Проработка учебного (теоретического) материала. Выполнение индивидуального задания. Подготовка отчетов по лабораторным работам и их защите. Подготовка к текущему контролю.	При подготовке использовать основную и дополнительную учебную литературу и периодические издания, интернет-ресурсы	4
3	Надежность систем простейших структур	Проработка учебного (теоретического) материала. Выполнение индивидуального задания. Подготовка отчетов по лабораторным работам и их защите. Подготовка к текущему контролю.	При подготовке использовать основную и дополнительную учебную литературу и периодические издания, интернет-ресурсы	5

№ раз-дела	Наименование раз-делов (тем)	Формы самостоя-тельной работы	Рекомендации	Количество часов СР
4	Оценивание надёжности ТС со сложной структурой	Проработка учебного (теоретического) материала. Выполнение индивидуального задания. Подготовка отчетов по лабораторным работам и их защите. Подготовка к текущему контролю.	При подготовке использовать основную и дополнительную учебную литературу и периодические издания, интернет-ресурсы	5
5	Методы повышения надежности сложных систем	Проработка учебного (теоретического) материала. Выполнение индивидуального задания. Подготовка отчетов по лабораторным работам и их защите. Подготовка к текущему контролю.	При подготовке использовать основную и дополнительную учебную литературу и периодические издания, интернет-ресурсы	5
6	Анализ надежности систем при нагруженном резервировании	Проработка учебного (теоретического) материала. Выполнение индивидуального задания. Подготовка отчетов по лабораторным работам и их защите. Подготовка к текущему контролю.	При подготовке использовать основную и дополнительную учебную литературу и периодические издания, интернет-ресурсы	5
7	Анализ надежности систем при общем резервировании	Проработка учебного (теоретического) материала. Выполнение индивидуального задания. Подготовка отчетов по лабораторным работам и их защите. Подготовка к текущему контролю.	При подготовке использовать основную и дополнительную учебную литературу и периодические издания, интернет-ресурсы	4

№ раз-дела	Наименование раз-делов (тем)	Формы самостоя-тельной работы	Рекомендации	Количество часов СР
8	Понятие, природа и закономерности проявления риска	Проработка учебного (теоретического) материала. Выполнение индивидуального задания. Подготовка отчетов по лабораторным работам и их защите. Подготовка к текущему контролю.	При подготовке использовать основную и дополнительную учебную литературу и периодические издания, интернет-ресурсы	4
9	Современные методы качественного и количественного анализа техногенного риска	Проработка учебного (теоретического) материала. Выполнение индивидуального задания. Подготовка отчетов по лабораторным работам и их защите. Подготовка к текущему контролю.	При подготовке использовать основную и дополнительную учебную литературу и периодические издания, интернет-ресурсы	4
10	Общие принципы регулирования техногенного риска при создании и эксплуатации технологических объектов	Проработка учебного (теоретического) материала. Выполнение индивидуального задания. Подготовка отчетов по лабораторным работам и их защите. Подготовка к текущему контролю.	При подготовке использовать основную и дополнительную учебную литературу и периодические издания, интернет-ресурсы	3

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)

8.1 Перечень информационных технологий.

Использование электронных презентаций, видеоматериалов.

8.2 Перечень необходимого лицензионного программного обеспечения

Microsoft Office Professional Plus

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом учебной мебели, доской-экраном универсальной, подвесным проектором, ноутбуком, меловой доской и соответствующим программным обеспечением для демонстрации презентаций. (ауд. 126с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149)
2	Лабораторные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, укомплектованная комплектом учебной мебели, доской-экраном универсальной, средствами оказания первой медицинской помощи и средствами пожарной безопасности, специализированным лабораторным оборудованием (ауд. 435с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149).
3	Практические (семинарские) занятия	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, оснащенная комплектом учебной мебели, доской-экраном универсальной, подвесным проектором, ноутбуком, меловой доской и соответствующим программным обеспечением для демонстрации презентаций. (ауд. 126с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149)
4	Групповые (индивидуальные) консультации	Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, оснащенная комплектом учебной мебели, доской-экраном универсальной, подвесным проектором, ноутбуком, меловой доской и соответствующим программным обеспечением для демонстрации презентаций. (ауд. 126с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149) Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, оснащенная комплектом учебной мебели, доской-экраном универсальной, переносным проектором, ноутбуком и соответствующим программным обеспечением для демонстрации презентаций (ауд. 435с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149).
5	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом учебной мебели, доской-экраном универсальной, подвесным проектором, ноутбуком, меловой доской и соответствующим программным обеспечением для демонстрации презентаций. (ауд. 126с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149) Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, оснащенная комплектом учебной мебели, доской-экраном универсальной, переносным проектором, ноутбуком и соответствующим программным обеспечением для демонстрации презентаций (ауд. 435с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149).
6	Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы студентов, оснащенное комплектом учебной мебели, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченное доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. (ауд. 401с, 431с, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149)