Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Сахалинский государственный университет»

Кафедра безопасности жизнедеятельности

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель основной профессиональной образовательной программы

_____ Абрамова С.В.
(подпись, расшифровка подписи)

« 11 » июня 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

Дисциплины (модуля)

Б1.О.25 «НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ТЕХНОГЕННЫЙ РИСК»

Уровень высшего образования

БАКАЛАВРИАТ

Направление подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность
(код и наименование направления подготовки)

профиль: Безопасность жизнедеятельности в техносфере
(наименование направленности (профиля) образовательной программы)

Квалификация
бакалавр

Форма обучения
очная
заочная

РПД адаптирована для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Южно-Сахалинск, 2022

Рабочая программа дисциплины **«Надежность технических систем и техногенный риск»** составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки **20.03.01 Техносферная безопасность**

код и наименование направления подготовки

Программу составил(и):

В.В. Моисеев, доцент, кандидат технических наук, доцент _____

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание подпись

Е.Н. Бояров, профессор, доктор педагогических наук, доцент _____

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание подпись

Рабочая программа дисциплины «Управление техносферной безопасностью» утверждена на заседании кафедры безопасности жизнедеятельности **протокол № 13 « 11 » июня 2022 г.**

Заведующий кафедрой _____ Абрамова С.В. _____

фамилия, инициалы подпись

© ФГБОУ ВО «СахГУ»

1. Цель и задачи дисциплины *(модуля)*

Значение надежности и умение оценивать степень риска в техносфере чрезвычайно важно. Аварии на производствах проводят к гибели людей, загрязнению окружающей среды, опасному для здоровья и жизни человека. Общество все в большей мере сталкивается с необходимостью обеспечения безопасности и защиты человека, техники и окружающей среды.

В условиях сложившейся в настоящее время в России ситуации проблема техногенной опасности приобретает особое значение для промышленных районов, где сосредоточен огромный потенциал опасных производств в сочетании со значительным износом основного оборудования и сложной социально-экономической обстановкой.

Теория надежности в любой отрасли промышленности опирается на математику и технические дисциплины. Абсолютно надежных конструкций и сооружений не бывает, поэтому выпускник должен уметь грамотно оценивать техногенный риск, заложенный в предлагаемый проект, представленный на техническую экспертизу, средства и мероприятия, предназначенные для минимизации ущерба в случае производственных аварий, оценивать методы их прогнозирования и предупреждения.

Цель дисциплины *(модуля)* – дать студентам необходимые основные знания в области теории надежности технических систем, анализа, оценки и регулирования технического и техногенного экологического риска; сформировать научно-методическую базу для дальнейшего изучения прикладных направлений безопасности жизнедеятельности в техносфере.

Задачи дисциплины *(модуля)*:

– изучение основных понятий и показателей надежности технических систем, методов её моделирования и оценки;

– усвоение основных понятий и методов анализа и регулирования технического и экологического техногенного риска;

– формирование умений рассчитывать техногенный риск и надежность технических систем

– формирование умений синтезировать сложные технические системы с использованием критериев надежности

– формирование умений прогнозировать показатели надежности технических систем и их элементов

– формирование навыков прогнозирования последствий отказов и повреждений технических систем и техногенных рисков.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина «Надежность технических систем и техногенный риск» – относится к базовой части блока 1, к обязательным дисциплинам (модулям) учебного плана – Б1.О.25 ФГОС ВО направления 20.03.01 «Техносферная безопасность».

Пререквизиты дисциплины (модуля): Высшая математика, Информатика, Безопасность жизнедеятельности, Ноксология, Производственная безопасность и др.

Постреквизиты дисциплины: Профессиональный риск и его оценка, Прикладные средства проектирования систем безопасности на производстве.

3. Формируемые компетенции и индикаторы их достижения по дисциплине *(модулю)*

Коды компетенции	Содержание компетенций	Код и наименование индикатора достижения компетенции
УК-1	Способен осуществлять поиск, критический анализ	УК-1.1. **знать:** – методы критического анализа и оценки современных научных достижений; основные принципы

	и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	критического анализа; – методики поиска, сбора и обработки информации; актуальные российские и зарубежные источники информации в сфере профессиональной деятельности; метод системного анализа. УК-1.2. **уметь:** – получать новые знания на основе анализа, синтеза и других методов; собирать данные по сложным научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск информации и решений на основе экспериментальных действий; – выявлять в процессе анализа проблематичность ситуации, определяет этапы ее разрешения с учетом вариативных контекстов; – находить, критически анализировать и выбирать информацию, необходимую для выработки стратегии действий по разрешению проблемной ситуации; – рассматривать различные варианты решения проблемной ситуации на основе системного подхода, оценивать их преимущества и риски; – грамотно, логично, аргументировано формулировать собственные суждения и оценки; предлагать стратегию действий; – определять и оценивать практические последствия реализации действий по разрешению проблемной ситуации; – применять методики поиска, сбора и обработки информации; – осуществлять критический анализ и синтез информации, полученной из разных источников; – предвидеть проблемную ситуацию и моделировать умения и навыки выхода из нее; – применять системный подход для решения поставленных задач. УК-1.3. **владеть:** – исследованием проблем профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; – выявлением научных проблем и использованием адекватных методов для их решения; – демонстрированием оценочных суждений в решении проблемных профессиональных ситуаций; – методами поиска, сбора и обработки, критического анализа и синтеза информации; методикой системного подхода для решения поставленных задач; – способностью выхода из проблемной ситуации в профессиональной деятельности.
ОПК-1	Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в области техносферной безопасности, измерительной и вычислительной техники, информационных	ОПК-1.1. **знать:** базовые естественнонаучные и инженерные принципы в области техносферной безопасности; современные тенденции развития техники и технологий в области обеспечения техносферной безопасности, современные тенденции вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности ОПК-1.2. **уметь:** использовать и применять вычислительную технику и информационные технологии в области обеспечения техносферной безопасности; определять

	технологий при решении типовых задач в области профессиональной деятельности, связанной с защитой окружающей среды и обеспечением безопасности человека	параметры опасных и вредных воздействий технологических и производственных процессов; выявлять базовые законы и закономерности развития науки в области техносферной безопасности ОПК-1.3. **владеть:** навыками структурирования знаний; правильного выбора средств, способов и методов принятия решений; владение техникой и технологиями в области обеспечения техносферной безопасности; владение вычислительной техникой и информационными технологиями в своей профессиональной деятельности
ОПК-2	Способен обеспечивать безопасность человека и сохранение окружающей среды, основываясь на принципах культуры безопасности и концепции риск-ориентированного мышления	ОПК-2.1. **знать:** основы различных логических теорий, мышления и культуры безопасности; основные закономерности взаимодействия человека, общества с окружающей средой ОПК-2.2. **уметь:** анализировать и оценивать ситуацию для обеспечения безопасности человека с учетом концепции риск-ориентированного мышления; выбирать требования безопасности в сфере профессиональной деятельности, обеспечивающие безопасность человека и сохранение окружающей среды ОПК-2.3. **владеть:** навыками сбора, систематизации и самостоятельного анализа информации в профессиональной деятельности; культурой мышления; способностью к обобщению, анализу, восприятию научно-технической информации; постановке цели и выбору путей ее достижения; навыками применения при разработке методов обеспечения безопасности знания концепции риск-ориентированного мышления
ПК-3	Способен оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемой техники	ПК-3.1. **знать:** – научные и организационные основы безопасности производственных процессов и устойчивости производств в чрезвычайных ситуациях; – специфику производственных потоков и зоны наибольшей опасности в них; – основные принципы анализа и моделирования надежности технических систем и определения приемлемого риска; – методы и способы оценки риска и может определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемой техники; ПК-3.2. **уметь:** – проводить расчеты деталей машин по критериям работоспособности и надежности; – идентифицировать основные опасности среды обитания человека, оценивать риск их реализации, выбирать методы защиты от опасностей и способы обеспечения комфортных условий жизнедеятельности; – проводить расчеты надежности и работоспособности основных видов механизмов; – прогнозировать аварии и катастрофы; ПК-3.3. **владеть:** – способами и технологиями защиты в чрезвычайных ситуациях; – методами оценки экологической ситуации;

		– методами математического моделирования надежности и безопасности работы отдельных звеньев реальных технических систем и технических объектов в целом; – приемами и методами оценки риска, а также способен определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемой техники.
ПК-4	Способен использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности	ПК-4.1. **знать:** – основы проектирования технических объектов; – основные виды механизмов методы исследования и расчета из кинетических и динамических характеристик; – методы расчета на прочность и жесткость типовых элементов различных конструкций. ПК-4.2. **уметь:** – применять действующие стандарты, положения и инструкции по оформлению технической документации; – применять методы анализа и синтеза исполнительных механизмов; – применять методы расчета и конструирования деталей и узлов механизмов; – проводить расчеты деталей машин, оборудования по критериям работоспособности и надежности; ПК-4.3. **владеть:** – навыками использования методов теоретической механики, теории механизмов и машин, сопротивления материалов, деталей машин и основ конструирования при решении практических задач; – методами теоретического и экспериментального исследования в механике, электротехнике и электронике. – методами математического моделирования надежности и безопасности работы отдельных звеньев реальных технических систем и технических объектов в целом.
ПК-16	Способен определять опасные, чрезвычайно опасные зоны, зоны приемлемого риска	ПК-16.1. **знать:** – характеристики возрастания антропогенного воздействия на природу; – опасности среды обитания (виды, классификацию, поля действия, источники возникновения, теорию защиты); – основные техносферные опасности, их свойства и характеристики; – специфику производственных потоков и зоны наибольшей опасности в них; – основные принципы анализа и моделирования надежности технических систем и определения приемлемого риска; ПК-16.2. **уметь:** – осуществлять в общем виде оценку антропогенного воздействия на окружающую среду с учетом специфики природно-климатических условий; – анализировать свойства и характеристики основных техносферных опасностей; – идентифицировать основные опасности среды обитания человека, оценивать риск их реализации, выбирать методы защиты от опасностей и способы обеспечения комфортных условий жизнедеятельности; – анализировать механизмы воздействия опасностей на человека;

		– применять методы анализа взаимодействия человека и его деятельности со средой обитания. ПК-16.3. **владеть:** – навыками анализа механизмов воздействия опасностей на человека; – навыками измерения уровней опасностей на производстве и в окружающей среде, используя современную измерительную технику; – навыками выполнения мониторинга полей и источников опасностей в среде обитания; – навыками определения опасных, чрезвычайно опасных зон, зон приемлемого риска

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

4.1. Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 2 зачетных единиц (72 академических часов).

Очная форма обучения

Вид работы	Трудоемкость, акад. часов	
	8 семестр	всего
Общая трудоемкость	**72**	**72**
Контактная работа:	**47**	**47**
Лекции (Лек)	16	16
Практические занятия (ПР)	24	24
Лабораторные работы (Лаб)	0	0
Контактная работа в период теоретического обучения (КонтТО)	7	7
– проведение текущих консультаций со студентами	2	2
– индивидуальная работа со студентами	5	5
Конт ПА	0	0
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен, зачет с оценкой)	зачет / курсовая работа	
Самостоятельная работа: *- выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР);* *- написание реферата (Р);* *- написание эссе (Э);* *- самостоятельное изучение разделов;* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к коллоквиумам;* *- подготовка к промежуточной аттестации и т.п.)*	**25**	**25**

Заочная форма обучения

Вид работы	Трудоемкость, акад. часов	
	9 семестр	всего
Общая трудоемкость	**72**	**72**
Контактная работа:	**16**	**16**
Лекции (Лек)	4	4
Практические занятия (ПР)	8	8
Лабораторные работы (Лаб)	0	0
Контактная работа в период теоретического обучения (КонтТО)	0	0

Вид работы	Трудоемкость, акад. часов	
	9 семестр	всего
Конт ПА	4	4
– проведение текущих консультаций со студентами	2	2
– индивидуальная работа со студентами	2	2
Промежуточная аттестация (зачет, экзамен, зачет с оценкой)	зачет / курсовая работа	3
Самостоятельная работа: *- выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР);* *- написание реферата (Р);* *- написание эссе (Э);* *- самостоятельное изучение разделов;* *- самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий);* *- подготовка к практическим занятиям;* *- подготовка к коллоквиумам;* *- подготовка к промежуточной аттестации и т.п.)*	**53**	**53**

4.2. Распределение видов работы и их трудоемкости по разделам дисциплины *(модуля)*

Очная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины/ темы		Виды учебной работы (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации
			контактная				
		семестр	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
1	Раздел 1. Основные положения и методы расчета надежности технических систем	8	10	14	0	15	устный опрос, дискуссия и/или презентация; видеофильм и беседа по вопросам
2	Раздел 2. Анализ техногенного риска	8	6	10	0	10	устный опрос, дискуссия и/или презентация; видеофильм и беседа по вопросам
3	курсовая работа	8	–	–	–	72	защита курсовой работы: доклад, презентация, ответы на вопросы
	зачет	8	–	–	–	–	устный ответ по вопросам или тест
	итого:	8	16	24	0	25	

Заочная форма обучения

№ п/п	Раздел дисциплины/ темы		Виды учебной работы (в часах)		Формы текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации
			контактная		

		семестр	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
1	Раздел 1. Основные положения и методы расчета надежности технических систем	9	2	4	0	27	устный опрос, дискуссия и/или презентация; видеофильм и беседа по вопросам
2	Раздел 2. Анализ техногенного риска	9	2	4		26	устный опрос, дискуссия и/или презентация; видеофильм и беседа по вопросам
	зачет	9	–	–	–	–	устный ответ по вопросам или тест
	курсовая работа	9	–	–	–	72	защита курсовой работы: доклад, презентация, ответы на вопросы
	итого:	**9**	**4**	**8**	**0**	**53**	

4.3. Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. Основные положения и методы расчета надежности технических систем

Тема 1. Основные исходные понятия и определения. Предмет науки о надежности

Надежность как комплексное свойство технического объекта (прибора, устройства, машины, системы). Сущность надежности как способности выполнять заданные функции, сохраняя свои основные характеристики в установленных пределах, при определенных условиях эксплуатации. Понятия отказа, аварии, катастрофы.

Тема 2. Показатели надежности

Система стандартов «надежность в технике». Основные понятия, термины и определения состояний объектов и свойств надежности. Номенклатура и классификация показателей надежности. Показатели безотказности невосстанавливаемых объектов. Показатели безотказности восстанавливаемых объектов. Показатели долговечности. Показатели ремонтопригодности. Показатели сохраняемости. Комплексные показатели надежности.

Тема 3. Физические причины повреждений и отказов. Математическая модель надежности объекта

Источники и причины изменения выходных параметров объектов. Классификация отказов. Математическая модель надежности объекта.

Тема 4. Надежность работы объектов до первого отказа. Математические модели безотказности

Формирование закона изменения выходного параметра объекта во времени. Общая схема формирования отказа объекта. Модели постепенных отказов. Моделирование внезапных отказов на основе экспоненциального закона надежности. Одновременное проявление внезапных и постепенных отказов. Снижение уровня сопротивляемости объекта внезапным отказам вследствие процесса старения материалов.

Тема 5. Надежность восстанавливаемых объектов. Математические модели долговечности

Основные особенности исследования долговечности объектов. Потеря объектом работоспособности при эксплуатации с установленным периодом непрерывной работы. Потеря объектом работоспособности при эксплуатации с работой до отказа.

Тема 6. Надежность систем

Системы как объект надежности и их основные свойства. Расчет надежности систем с расчлененной структурой. Резервирование как метод обеспечения надежности технологических систем на стадии их создания.

Раздел 2. Анализ техногенного риска

Тема 7. Безопасность в техносфере и техногенный риск

Основные понятия и определения теории безопасности и риска. Безопасность и развитие общества в концепциях риска. Характеристики и классификация опасностей. Характеристики безопасности. Реализация опасностей в техносфере. Опасные техногенные события (аварии, катастрофы, чрезвычайные ситуации). Методы оценки уровня безопасности. Основные положения государственного регулирования в области техногенной безопасности.

Тема 8. Структура и критерии риска

Понятие, происхождение и значение риска. Общее содержание структура риска.

Стохастический характер риска. Вероятностные показатели в структуре оценки риска. Связь вероятности и частоты в структуре оценки риска.

Классификация рисков.

Тема 9. Расчетные показатели риска

Общие сведения о расчетных показателях риска.

Индивидуальный и потенциальный риски. Характеристика индивидуального риска. Потенциальный риск. Приемлемый индивидуальный риск. Коллективный риск. Социальный риск. Признаки социального риска. Показатели социального риска. Приемлемый социальный риск. Технический (материальный) риск. Экологический риск.

Тема 10. Основы методологии оценки и анализ риска

Общие сведения об основах методологии оценки и анализ риска. Основные этапы методологии и методики анализа риска.

Концепции и характеристики методов оценки рисков.

Методы экспертных оценок. Метод Делфи. Методы проверочного листа, контрольных карт, «что будет, если …».

Анализ опасности и работоспособности. Анализ вида и последствий отказа. Анализ вида, последствий и критичности отказа. Дерево отказов. Дерево событий.

Глава 11. Моделирование и расчет последствий аварий при оценке риска

Общие сведения о моделировании и расчете последствий аварий при оценке риска.

Механизм определения последствий аварий.

Определение последствий воздействия поражающих факторов вероятностными методами (пробит-функция).

Методы оценки ущерба. Виды и классификация ущерба. Структура определения ущерба. Обоснование мер, направленных на снижение ущерба (меры инженерной защиты окружающей среды).

Оценка эколого-экономических последствий загрязнения природной среды нефтью и нефтепродуктами (методика и пример расчета). Оценка количества нефти, вылившейся вследствие аварии. Оценка масштаба и степени загрязнения. Критерии оценки экологических последствий и предварительные рекомендации по выбору мероприятий по восстановлению земель. Анализ эколого-экономических последствий загрязнения компонентов природной среды. Обоснование целесообразности и оптимальных решений по проведению рекультивации земель. Оценка количества пострадавших при авариях и чрезвычайных ситуациях техногенного характера (методика и пример расчета).

Тема 12. Понятие об экологической безопасности и экологическом риске

Общие сведения. Экология как объект изучения и субъект безопасности. Безопасность экосистем. Основные техногенные угрозы экологической безопасности Российской Федерации. Оценка риска для здоровья человека и экологического риска. Последствия (ущерб, вред) как составляющая экологического риска.

4.4. Темы и планы практических/лабораторных занятий

№ п/п	Тема практического занятия	час.	Вопросы для обсуждения
1	Основные исходные понятия и определения. Предмет науки о надежности	2	Надежность как комплексное свойство технического объекта (прибора, устройства, машины, системы). Сущность надежности как способности выполнять заданные функции, сохраняя свои основные характеристики в установленных пределах, при определенных условиях эксплуатации. Понятия отказа, аварии, катастрофы.
2	Показатели надежности	2	Система стандартов «надежность в технике». Основные понятия, термины и определения состояний объектов и свойств надежности. Номенклатура и классификация показателей надежности. Показатели безотказности невосстанавливаемых объектов. Показатели безотказности восстанавливаемых объектов. Показатели долговечности. Показатели ремонтопригодности. Показатели сохраняемости. Комплексные показатели надежности.
3	Физические причины повреждений и отказов. Математическая модель надежности объекта	2	Источники и причины изменения выходных параметров объектов. Классификация отказов. Математическая модель надежности объекта.
4	Надежность работы объектов до первого отказа. Математические модели безотказности	2	Формирование закона изменения выходного параметра объекта во времени. Общая схема формирования отказа объекта. Модели постепенных отказов. Моделирование внезапных отказов на основе экспоненциального закона надежности. Одновременное проявление внезапных и постепенных отказов. Снижение уровня сопротивляемости объекта внезапным отказам вследствие процесса старения материалов
5	Надежность восстанавливаемых объектов. Математические модели долговечности	2	Основные особенности исследования долговечности объектов. Потеря объектом работоспособности при эксплуатации с установленным периодом непрерывной работы. Потеря объектом работоспособности при эксплуатации с работой до отказа.
6	Надежность систем	2	Системы как объект надежности и их основные свойства. Расчет надежности систем с расчлененной структурой. Резервирование как метод обеспечения надежности технологических систем на стадии их создания.
7	Понятие риска и его классификация	2	Понятие риска. Основные принципы концепции «приемлемого риска». Математические определения риска. Причины возникновения риска. Причины аварийности на производстве. Классификация рисков при управлении техногенной безопасностью. Индивидуальный, коллективный, потенциальный территориальный и социальный риски.
8	Структура техногенного риска	2	Проблемы техногенной безопасности. Классификация потенциально опасных объектов и технологий по характеру возможных чрезвычайных ситуаций,

			возникающих в результате аварий на таких объектах. Номенклатура основных источников аварий и катастроф. Природно-техногенные риски и их классификация. Статистика аварий и катастроф. Опасности, последовательности событий, исходы аварий и их последствия. Структура полного ущерба как последствия аварий на технических объектах. Прогнозирование аварий и катастроф.
9	Общая структура анализа техногенного риска	2	Обеспечение безопасности технических систем. Социально-экономические проблемы обеспечения безопасности техники. Снижение опасности риска. Аварийная подготовленность. Аварийное реагирование. Основные принципы обеспечения безопасности. Принцип глубокоэшелонированной защиты и его реализация. Принцип единичного отказа. Пути понижения вероятности отказа. Регламентация (нормирование) риска. Допустимый риск. Расчет критериального значения риска. Факторы, затрудняющие формализацию расчета риска. Критериальные значения риска в результате природных явлений и различных видов деятельности. Нормативные значения риска для промышленных объектов.
10	Надежность персонала	2	Система управления. Задачи персонала. Типовые функции персонала и условия их выполнения. Ошибки персонала. Качественный анализ персонала. Факторы деятельности и их влияние на безопасность объекта. Вероятности ошибочного и безошибочного выполнения различных операций. Статистический метод расчета вероятности безошибочного выполнения операции. Шкала вероятности ошибочных действий персонала.
11	Анализ техногенного риска на стадии проектирования	2	Основные задачи анализа. Этапы проведения анализа. Анализ исходных событий. Анализ аварийных последовательностей. Анализ надежности элементов объекта. Анализ надежности персонала. Построение «дерева отказов». Анализ конечных состояний. Описание конечных состояний. Оценка последствий. Расчет риска. Полная вероятность наступления аварии. Анализ результатов расчета риска. Анализ значимости, чувствительности и неопределенности результатов анализа.
12	Анализ техногенного риска на стадии эксплуатации	2	Задачи анализа. Схема анализа объекта при эксплуатации. Построение «дерева событий». Характеристика показателей безопасности. Методы вычисления точечных и интервальных оценок показателей рейтинга. Анализ безопасности технических систем по результатам выделения предвестников аварий. Механизм управления безопасностью с использованием рейтингов нарушений.

	Итого	24	

4.5. Примерная тематика курсовых проектов (курсовых работ)

Тема 1. Анализ и оценка структурной надёжности сложной технической системы установки компримирования водородосодержащего газа и разработка мероприятий по повышению ее надёжности.

Тема 2. Анализ и оценка структурной надёжности сложной технической системы установки получения легких жидких углеводородов и разработка мероприятий по повышению ее надёжности.

Тема 3. Анализ и оценка структурной надёжности сложной технической системы установки очистки, концентрирования и сжижения этилена и разработка мероприятий по повышению ее надёжности.

Тема 4. Анализ и оценка структурной надёжности сложной технической системы установки компримирования углеводородного газа и разработка мероприятий по повышению ее надёжности.

Тема 5. Анализ влияния законов распределения отказов на переходные процессы при оценке показателей надежности и готовности восстанавливаемой технической системы.

Тема 6. Анализ влияния параметров резервированной восстанавливаемой системы на длительность переходных процессов при оценке ее готовности.

Тема 7. Анализ влияния параметров восстанавливаемой системы при резервировании замещением на длительность переходных процессов при оценке ее готовности.

Тема 8. Анализ и определение закона распределения времени безотказной работы технической системы по известным законам распределения элементов.

Тема 9. Сравнительный анализ надежности систем при различных видах структурного резервирования.

5. Темы дисциплины (модуля) для самостоятельного изучения

Тема 12. Понятие об экологической безопасности и экологическом риске

Вопросы для самоконтроля:

1. Общие сведения об экологической безопасности.
2. Экология как объект изучения и субъект безопасности. Безопасность экосистем.
3. Основные техногенные угрозы экологической безопасности Российской Федерации.
4. Оценка риска для здоровья человека и экологического риска.
5. Последствия (ущерб, вред) как составляющая экологического риска.
6. Экологический риск от техногенных аварий и катастроф.
7. Экологический риск от загрязнения подземных вод.
8. Экологический риск в местах добычи радиоактивных материалов, при уничтожении химического оружия, при обращении с радиоактивными отходами.

6. Образовательные технологии

№ п/п	Наименование раздела / темы	Виды учебных занятий	Образовательные технологии
1.	Основные исходные понятия и определения. Предмет науки о надежности	Лекция 1 Семинар 1	Вводная лекция с использованием видеоматериалов Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, слайдов. **Дискуссия** с обсуждением проблемных вопросов,

		Самостоятельная работа	раскрывающих сущность надежности как способности выполнять заданные функции, сохраняя свои основные характеристики в установленных пределах, при определенных условиях эксплуатации. Консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты
2.	Показатели надежности	Лекция 2 Семинар 2 Самостоятельная работа	**Лекция проблемная** (4 ч.) – раскрытие основных понятий, терминов и определений состояний объектов и свойств надежности; номенклатуры и классификаций показателей надежности. с использованием видеоматериалов или слайдов **Развернутая дискуссия (беседа)** с обсуждением доклада. Презентации с использованием различных вспомогательных средств: доски, слайдов. Показ и обсуждение подготовленных докладов. **Работа в малых группах по вопросам для обсуждения** Консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты
3.	Физические причины повреждений и отказов. Математическая модель надежности объекта	Лекция 3 Семинар 3 Самостоятельная работа	Лекция с использованием видеоматериалов **Работа в группах по заданию:** 1. Раскрыть источники и причины изменения выходных параметров объектов. 2. Составить и дать характеристику классификаций отказов. 3. Составить схему математической модели надежности объекта. Консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты
4.	Надежность работы объектов до первого отказа. Математические модели безотказности	Лекция 4 Семинар 4 Самостоятельная работа	Лекция с использованием видеоматериалов Дискуссия. Демонстрация презентаций с использованием различных вспомогательных средств: доски, слайдов. Консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты
5.	Надежность восстанавливаемых объектов. Математические модели долговечности	Лекция 5 Семинар 5 Самостоятельная работа	Лекция с использованием видеоматериалов Дискуссия. Демонстрация презентаций с использованием различных вспомогательных средств: доски, слайдов Консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты
6.	Надежность систем	Лекция 6 Семинар 6 Самостоятельная работа	Лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты
7	Понятие риска и его классификация. Структура	Лекция 7 Семинар 7-8-9	Лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада.

	техногенного риска	Самостоятельная работа	Консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты
8	Расчетные показатели риска. Основы методологии оценки и анализ риска	Лекция 8 Семинар 10-11 Самостоятельная работа	Лекция с использованием видеоматериалов Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты
9	Моделирование и расчет последствий аварий при оценке риска	Семинар 12 Самостоятельная работа	Развернутая беседа с обсуждением доклада. Консультирование и проверка домашних заданий посредством электронной почты

7. Оценочные средства (материалы) для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине *(модулю)*

В качестве аттестации студентов используется балльно-рейтинговая система. Для балльно-рейтинговой оценки знаний студентов подготовлены контрольные тестовые вопросы по тематике модулей дисциплины. В качестве самостоятельной работы по отдельным разделам дисциплины студенту выдаются темы рефератов, эссе, ситуационных задач и др.

7.1. Тематика рефератов:

1. История развития науки о надежности машин
2. Показатели качества технических систем и их характеристика
3. Свойства качества технической системы (ТС). Различие свойств надежности и безопасности.
4. Свойство, которое характеризует эффективность конструктивно-технологических решений при изготовлении и ремонте ТС. Свойство, которое определяет систему взаимодействия «человек-машина». Свойство ТС, которое определяет уровень вредных воздействий на окружающую среду при производстве, эксплуатации и ремонте.
5. Общая схема надежности технических систем. Процессы воздействия на техническую систему при эксплуатации.
6. Состояния технической системы и их характеристика
7. Показатели надежности технических систем: общие сведения, показатели безотказности, показатели долговечности, показатели ремонтопригодности, показатели сохраняемости, комплексные показатели надежности.
8. Краткие сведения из теории вероятностей и математической статистики для технических систем.
9. Техногенный риск: основные сведения об авариях и катастрофах, чрезвычайных ситуациях.
10. Основы теории риска.
11. Методика и методология изучения риска.
12. Применение «дерева решения» для анализа опасностей.

7.2. Вопросы к зачету:

1. Техногенные аварии в России и за рубежом.
2. Основные понятия теории надежности. Объект. Элементы системы.
3. Состояние объекта. Исправное состояние. Неисправное состояние.
4. Состояние объекта. Работоспособное состояние. Неработоспособное состояние.
5. Переход объекта в различные состояния. Повреждение. Отказ. Восстановление.
6. Восстанавливаемый и невосстанавливаемый объекты. Авария.

7. Временные характеристики объекта. Наработка. Технический ресурс. Срок службы. Срок окупаемости.

8. Надежность. Безотказность. Ремонтопригодность. Долговечность. Сохраняемость.

9. Показатели безотказности и ремонтопригодности. Наработка до отказа. Средняя наработка до отказа. Средняя наработка на отказ. Заданная наработка. Среднее время простоя.

10. Показатели безотказности и ремонтопригодности. Среднее время восстановления.

11. Вероятность восстановления. Интенсивность отказов. Коэффициент технического использования. Интенсивность восстановления.

12. Показатели долговечности и сохраняемости. Средний ресурс. Назначенный ресурс.

13. Средний ресурс до списания. Гамма-процентный ресурс.

14. Показатели долговечности и сохраняемости. Гамма-процентный срок службы. Средний срок службы до капремонта. Средний срок службы до списания. Средний срок сохраняемости.

15. Виды надежности. Аппаратная, функциональная, эксплуатационная надежности и надежность системы «Человек – Машина».

16. Характеристики отказов. Отказы по причинным схемам возникновения.

17. Виды отказов и причинные связи.

18. Критерии надежности невосстанавливаемых объектов. Вероятность безотказной работы.

19. Вероятность отказа. Средняя наработка до первого отказа. Частота отказов. Интенсивность отказов.

20. Критерии надежности восстанавливаемых объектов. Параметр потока отказов. Наработка на отказ.

21. С помощью чего достигается возможность создания высоконадежных систем из малонадежных элементов? Как определяется интенсивность отказа системы?

22. Основы расчета надежности систем. Задачи расчета надежности.

23. Основные пути повышения безотказности системы.

24. Основные показатели безотказности, характеризующие случайное время наработки до первого отказа неремонтируемой или ремонтируемой системы.

25. Вероятность безотказной работы и среднее время наработки до первого отказа для нерезервированной системы.

26. Суммарный риск нерезервированной системы за время t вследствие отказа какого-либо элемента.

27. Интенсивность отказа элемента и суммарная интенсивность отказов элементов системы рассмотреть на примере своего варианта расчетно-графической работы.

28. Блочное резервирование. Резервирование замещением и постоянное резервирование.

29. Структурные схемы для постоянно включенного резерва и для резерва замещением.

30. Вероятность безотказной работы системы для постоянно включенного резерва (неремонтируемая система) – рассмотреть на примере своего варианта расчетно-графической работы.

31. Вероятность безотказной работы системы для резерва замещением (неремонтируемая система) – рассмотреть на примере своего варианта расчетно-графической работы.

32. Вероятность безотказной работы системы для постоянно включенного резерва (ремонтируемая система) – рассмотреть на примере своего варианта расчетно-графической работы.

33. Вероятность безотказной работы системы для резерва замещением (ремонтируемая система) – рассмотреть на примере своего варианта расчетно-

графической работы.

34. Суммарный риск в работе резервированной системы за время t, состоящей из n подсистем – рассмотреть на примере своего варианта расчетно-графической работы.

35. Математическая модель надежности.

36. Системы с резервированием. Общие понятия.

37. Статистическая обработка результатов при моделировании. Биноминальное распределение.

38. Статистическая обработка результатов при моделировании. Распределение Пуассона.

39. Статистическая обработка результатов при моделировании. Экспоненциальное распределение.

40. Статистическая обработка результатов при моделировании. Нормальное распределение.

41. Статистическая обработка результатов при моделировании. Гамма-распределение.

42. Статистическая обработка результатов при моделировании. Распределение Хи-квадрат.

43. Надежность оперативного персонала. Человек-оператор как звено системы Человекмашина (ЧМС). Критерии классификации.

44. Основные структурные элементы ЧМС.

45. Разделение функций между человеком и автоматикой. Факторы, влияющие на разделение функций.

46. Основные понятия определения надежности оперативного персонала.

47. Классификация ошибок оперативного персонала.

48. Модели и методы прогнозирования происшествий.

49. Общий принцип прогнозирования техногенного процесса. Дерево происшествия.

50. Общий принцип прогнозирования техногенного процесса. Дерево событий.

51. Методика прогнозирования техногенного риска.

52. Количественный анализ модели типа «дерево». Минимальное пропускное сочетание. Минимальное отсечное сочетание.

7.3. Контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы студентов

ТЕМА 1. БЕЗОПАСНОСТЬ В ТЕХНОСФЕРЕ И ТЕХНОГЕННЫЙ РИСК

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение понятиям «опасность», «безопасность», «риск».
2. Поясните схему возникновения опасностей и формирования риска в системе «источник – реципиент».
3. Поясните смысл уровней пренебрежимого и приемлемого риска. На какие области делят эти уровни поле возможных значений риска?
4. Поясните значение вектора опасности относительно объекта, о безопасности которого идет речь. В чем состоят отличия понятий «безопасность (свойство объекта)» и «безопасность (состояние объекта)»?
5. Объясните практическое значение формулировок «безопасность – состояние защищенности» и «безопасность – отсутствие недопустимого риска». Какую из формулировок вы можете назвать предпочтительной и почему?
6. Существует ли, по вашему мнению, дилемма «безопасность – развитие»? Каким должен быть оптимальный путь развития общества и какую роль в обществе должна играть категория «безопасность»?
7. Охарактеризуйте сущность концепций приемлемого риска и оправданного риска.
8. Объясните понятия «вызов», «угроза», «уязвимость объекта».
9. Приведите пример таксономии опасностей и поясните роль человека в мире опасностей техносферы.
10. Поясните характеристики категории «безопасность»: относительность, системность, контекстность.
11. Дайте определения понятий «инцидент», «авария», «чрезвычайная ситуация».

Назовите виды техногенных чрезвычайных ситуаций (ЧС), являющихся, по-вашему, наиболее потенциально опасными для вашего региона.

12. В чем существо системы нормативного обеспечения техносферной безопасности? Назовите виды существующих систем обеспечения безопасности. В чем состоят отличия между ними?

13. Какие федеральные законы обеспечивают правовое регулирование в области промышленной и пожарной безопасности? Какова роль и значение процедуры оценки риска согласно законодательству?

14. Поясните значение технического регламента и его требований в вопросах обеспечения безопасности.

Задания для самостоятельной работы студентов

Задание 1. При оценке риска двух однотипных производственных объектов определено, что вероятностная составляющая риска – частота возникновения аварии для первого объекта составляет 10^{-3} год$^{-1}$, а для второго – 10^{-4} год$^{-1}$. Последствия аварий в виде возможного ущерба равны: для первого объекта – 3 млн руб., второго – 50 млн руб. Какой из объектов имеет более высокий уровень безопасности?

Задание 2. На нефтебазе произошла авария, следствием которой явился разлив нефтепродуктов (80 т дизельного топлива). Разлив был локализован на территории населенного пункта, при этом часть разлива вышла за границы нефтебазы и 1 т нефтепродуктов поступила в акваторию реки, имеющей рыбохозяйственное значение. При этом количество пострадавших (получивших ущерб здоровью) составило восемь человек, размер материального ущерба оценивается в 20 млн руб. Охарактеризуйте обстановку, сложившуюся в результате аварии, и приведите ее классификацию по виду, а также степени и масштабу распространения. Попробуйте описать наиболее опасный, на ваш взгляд, сценарий возможного развития данной аварии, а также вероятные первичные и вторичные поражающие факторы.

ТЕМА 2. ПОНЯТИЕ ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭКОЛОГИЧЕСКОМ РИСКЕ

Контрольные вопросы:

1. Перечислите основные реципиенты экологических опасностей. Какую роль в формировании и восприятии этих опасностей играет человек?

2. Дайте пояснение понятию «безопасность экосистем».

3. Перечислите основные угрозы экологической безопасности.

4. В чем состоят сложности формализации задачи оценки риска, обусловленного влиянием неблагоприятных внешних факторов на здоровье человека?

5. Перечислите основные этапы, составляющие основу оценки риска.

6. В чем заключается взаимосвязь и каковы основные задачи оценки, анализа и менеджмента риска?

7. Что такое «экологические последствия»? Почему следует различать понятия «экологический риск» и «риск для здоровья человека»?

8. Дайте определения понятиям «экологическая безопасность» и «экологический риск».

ТЕМА 3. СТРУКТУРА И КРИТЕРИИ РИСКА

Контрольные вопросы:

1. Поясните взаимосвязь понятий «надежность», «безопасность» и «риск».

2. Поясните содержание понятия «оценка риска». В чем различие априорной и апостериорной оценок риска?

3. Какую размерность может иметь величина риска и ее составляющие?

4. По какому принципу устроены матрицы рисков и для чего они предназначены?

5. В каких основных формах могут быть выражены результаты оценки риска?

6. В чем состоят различия между понятиями «частота» и «вероятность» возникновения события как составляющими оценки риска?

7. Приведите примеры связи понятий, приведенных выше, а также зависимость, устанавливающую эту связь.

8. Приведите признаки (критерии), по которым классифицируются риски.

9. Поясните классификацию рисков по величине (значениям) составляющих. Приведите примеры использования этой классификации при нормировании риска.

Задания для самостоятельной работы студентов

Задание 1. Определите величину риска аварии при развитии событий по сценарию 2 (см. рис. 1). Сравните полученное значение риска с его величинами для других сценариев развития этой же аварии и сделайте выводы.

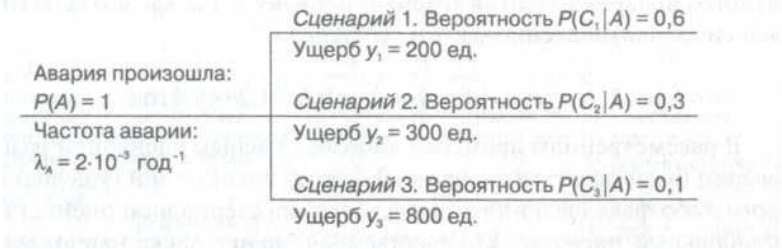

Рис. 1. Простейшее дерево событий аварии

Задание 2. Пополнение запасов горючего на автозаправочной станции (АЗС) осуществляется с помощью автотопливозаправщика (автоцистерны), имеющей резервуар, емкостью V, м^3. Операция слива топлива на АЗС проводится насосом автоцистерны в течение времени t_1, мин. Годовой оборот горючего на АЗС составляет Q, м^3.

Определить вероятностную составляющую риска аварии (разлив горючего) в результате разгерметизации (разрушения) резервуара автоцистерны. Исходные данные для различных вариантов задания приведены в табл. 3.1.

Таблица 3.1. Варианты исходных данных

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
V, м^3	2,5	2,5	3	3	5	5	10	10	15	15
t_1, мин	20	25	20	25	25	30	30	40	35	45
Q, м^3	200	350	300	500	300	600	500	700	800	900

Примечание. Для определения частоты возникновения аварии можно рекомендовать [Колесников Е.Ю. Практика разработки паспортов безопасности (на примере паспорта безопасности автомобильной заправочной станции) // Проблемы анализ риска. Т.4. № 2. 2007.] использовать справочные данные об интенсивности отказов элементов [Надежность и эффективность в технике: справочник: в 10 т. / ред. совет В.С. Авдуевский и др. Т.10. Справочные данные по эксплуатации и характеристикам надежности / под ред. А.А. Кузнецова. – М.: Машиностроение, 1990.]. Оценка частоты (вероятности) возникновения события-аварии, связанной с максимально возможным разливом нефтепродуктов – разгерметизацией резервуара автоцистерны, выполнена методами теории надежности.

Интенсивность отказа резервуара автоцистерны принята по данным табл. 3.2.

Таблица 3.2. Интенсивность отказов элементов
согласно [Надежность и эффективность в технике: справочник: в 10 т. / ред. совет В.С. Авдуевский и др. Т.10. Справочные данные по эксплуатации и характеристикам надежности / под ред. А.А. Кузнецова. – М.: Машиностроение, 1990]

Наименование элемента	Интенсивность отказов $\lambda \cdot 10^6$, 1/ч		
	Нижний предел	Среднее значение	Верхний предел
Резервуары нормального давления	–	0,2	–

Для периода нормальной эксплуатации, т. е. при постоянстве интенсивности отказов, прогнозируемая величина среднегодовой аварийности автоцистерн может быть определена по формуле:

$$P(A) = 1 - \exp(-\lambda t).$$

ТЕМА 4. РАСЧЕТНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РИСКА

Контрольные вопросы:

1. Поясните назначение системы показателей риска. Перечислите их. В каких целях

они используются?

2. Охарактеризуйте показатель индивидуального риска. Каковы его основные источники и наиболее распространенные факторы?

3. Как выполнить расчет индивидуального риска?

4. Дайте определение величинам приемлемого индивидуального риска.

5. Какой показатель называется потенциальным риском? Что он выражает?

6. Покажите, в каких случаях показатели индивидуального и коллективного риска могут быть численно равными?

7. Какие рекомендации критериев приемлемости индивидуального риска существуют в России?

8. Какой показатель риска называется коллективным?

9. Какой показатель риска называется социальным? В чем состоят его отличия от коллективного риска?

10. Какие области имеет ***F/N***-диаграмма? В каких целях она используется?

11. Охарактеризуйте показатель технического (материального) риска. Чем технический риск отличается от техногенного риска?

12. Каковы критерии нормирования технического риска?

13. Какой показатель риска называется экологическим? Каковы его основные источники и наиболее распространенные факторы?

14. Что общего имеется между всеми расчетными показателями риска?

Задания для самостоятельной работы студентов

Задание. По данным статистики МЧС России, количество пожаров в стране в 2009 г. было сокращено на 7,3% (по отношению к 2008 г.), а гибель при них людей уменьшена на 9,2%. Определить величину индивидуального пожарного риска в России в 2009 году, приняв численность населения (2008–2009 гг.) неизменной.

ТЕМА 5. ОСНОВЫ МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ И АНАЛИЗА РИСКА

Контрольные вопросы:

1. Дайте определение понятию «анализ риска». Какова роль анализа риска в решении задач управления процессом обеспечения безопасности?

2. Перечислите последовательные шаги (действия) в методологии количественного анализа техногенного риска.

3. Какова роль критериев приемлемости риска в блок-схеме анализа техногенного риска?

4. В чем состоит взаимосвязь блоков «Оценка риска», «Анализ риска» и «Менеджмент риска»? Какие задачи решаются этими блоками?

5. В чем суть социально-психологической модели в методологии оценки и анализа риска? Какова роль восприятия риска и коммуникации риска в обществе?

6. Какие из мер снижения рисков — уменьшение вероятности возникновения аварий или снижение тяжести последствий — являются приоритетными для менеджмента риска и почему?

7. На чем основаны существующие концепции анализа риска (технократическая, экономическая, психологическая, социологическая), а также методы анализа риска (феноменологический, детерминистический, вероятностный, экспертный)?

8. Поясните отличия между качественным и количественным анализом риска, а также между прямым анализом риска и анализом с обратным порядком.

9. В каких случаях применяются экспертные методы анализа риска? Каковы, на ваш взгляд, их основные достоинства и недостатки?

10. Приведите примеры качественных методов анализа риска. В чем, по-вашему, состоят отличия между методами оценки надежности и оценки риска?

11. Что вносит оценка критичности отказов (показатель «тяжесть последствий») в существующие методы оценки надежности?

12. Каковы цели анализа риска методом дерева отказов? Перечислите классы причин возникновения аварийной ситуации. Какие причины называются внешними? Приведите примеры и поясните их роль в значимости выполняемой оценки и анализе риска.

13. Каковы цели анализа риска методом дерева событий? В чем состоят отличия в методах дерева отказов и дерева событий? Что объединяет эти методы?

Задания для самостоятельной работы студентов

Задание 1. Методом дерева отказов определите частоту возникновения пожара на участке, где расположена система перекачки горючей жидкости (ГЖ) (см. рис. 5.1), если известны частоты возникновения инициирующих событий: разгерметизации емкости (резервуара) $\lambda_1 = 1 \cdot 10^{-3}$ год$^{-1}$; разгерметизации насоса $\lambda_2 = 1 \cdot 10^{-2}$ год$^{-1}$; разгерметизации трубопровода, соединений и арматуры $\lambda_3 = 5 \cdot 10^{-2}$ год$^{-1}$. Вероятность наличия источника зажигания составляет p = 0,1.

Задание 2. Исходя из известных (по условиям задания 1) показателей надежности технологического оборудования системы перекачки ГЖ, дерево отказов которой изображено на рис. 5.1, определите изменение величины риска возникновения пожара при уменьшении в 2 раза частоты возникновения разгерметизации каждого из элементов системы (поочередно):

а) емкости (резервуара);

б) насоса;

в) трубопровода, соединений и арматуры.

Вероятность наличия источника зажигания постоянна и равна p = 0,1. Расчетная величина ущерба в результате пожара составляет 100 тыс. руб. Какова должна быть приоритетность мер по увеличению надежности элементов данной системы в целях повышения уровня пожарной безопасности?

Рис. 5.1. Дерево отказов системы перекачки горючей жидкости

Задание 3. Построить дерево отказов и определить частоту возникновения аварийной ситуации комплекса очистки сточных вод, варианты, схемы которого представлены на рис. 5.2. Условием возникновения аварии считать длительную остановку работы комплекса и выброс загрязняющих веществ в результате отказа оборудования. Интенсивность отказов оборудования при постоянстве отказов каждого его вида (λ = const) составляет:

- первичный отстойник – $\lambda = 4 \cdot 10^{-6}$ ч$^{-1}$;
- аэротенк – $\lambda = 5 \cdot 10^{-6}$ ч$^{-1}$;
- вторичный отстойник – $\lambda = 6 \cdot 10\text{-}6$ ч$^{-1}$;
- насос – $\lambda = 8 \cdot 10^{-6}$ ч$^{-1}$.

Резервирующее оборудование имеет равные (с основным) показатели надежности. Ресурс времени работы комплекса составляет t = 8000 ч/год.

Задание 4. В резервуарном парке установлены два резервуара типа РВС. При разгерметизации резервуаров возможны следующие сценарии развития событий: воспламенение p = 0,1; без воспламенения p = 0,9; пожар только аварийного резервуара p = 0,8; пожар обоих резервуаров (эффект «домино») p = 0,2. Методом дерева событий определить частоту возникновения пожара обоих резервуаров, если частота разгерметизации резервуара составляет $\lambda_1 = 1 \cdot 10^{-4}$ год$^{-1}$.

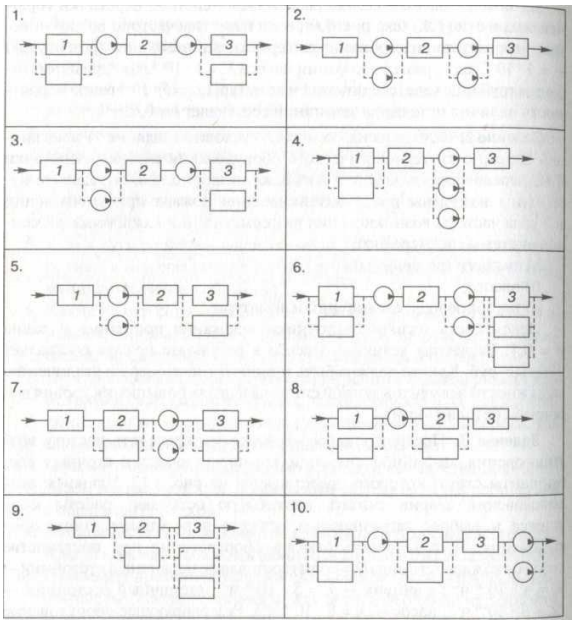

Рис. 5.2. Схемы работы комплекса очистки сточных вод:
1 – первичный отстойник; 2 – аэротенк; 3 – вторичный отстойник; О – перекачивающий насос

ТЕМА 6. МОДЕЛИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ПОСЛЕДСТВИЙ АВАРИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ РИСКА

Контрольные вопросы:

1. Поясните понятие «последствия», относящееся к аварии, катастрофе, чрезвычайной ситуации. Какие из видов последствий оценить наиболее сложно?
2. В чем заключается механизм определения последствий аварии?
3. В чем состоит методология количественного прогнозирования последствий аварий, существующая в области техносферной безопасности?
4. Как определяются последствия воздействия поражающих факторов вероятностными методами? Что такое пробит-функция?
5. Перечислите основные показатели классификации видов ущерба.
6. Какие составляющие входят в структуру определения ущерба?
7. Что подразумевает понятие экономической оценки жизни среднестатистического человека? В каких целях используется этот показатель?
8. Перечислите виды реципиентов экологического ущерба. В чем заключаются сложности при оценке экологического ущерба?
9. Какие пути уменьшения величины риска существуют и используются на практике?
10. Как достигается оптимизация затрат с использованием методов анализа риска при реализации мер инженерной защиты окружающей среды?

7.4. Тестовые задания

1. Каким сочетанием свойств характеризуется надежность технической системы?
а) безотказность, долговечность, ремонтопригодность, сохраняемость;
б) работоспособность, отказ, долговечность, исправное состояние;
в) вероятность безотказной работы, срок службы, время устранения отказа, сохраняемость;
г) ремонтопригодность, ресурс, наработка между отказами, неисправное состояние.

2. Укажите комплексные показатели надежности:
а) долговечность, ремонтопригодность, безотказность;
б) коэффициент готовности, коэффициент технического использования;
в) параметр потока отказов, гамма-процентный ресурс, вероятность восстановления;
г) сохраняемость, наработка до отказа, вероятность безотказной работы.

3. Какое состояние машины будет определяться как её отказ?
а) неисправное состояние;

б) неработоспособное состояние;
в) поврежденное состояние;
г) предельное состояние.

4. Какие показатели оценивают долговечность машины?
а) гамма-процентный ресурс, средний ресурс, гамма-процентный срок службы, средний срок службы;
б) вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, средняя наработка на отказ, интенсивность отказов, параметр потока отказов;
в) вероятность восстановления, среднее время восстановления;
г) гамма-процентный срок сохраняемости, средний срок сохраняемости.

5. Какие показатели оценивают безотказность автомобиля?
а) гамма-процентный ресурс, средний ресурс, гамма-процентный срок службы, средний срок службы;
б) вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, средняя наработка на отказ, интенсивность отказов, параметр потока отказов;
в) вероятность восстановления, среднее время восстановления, средняя трудоемкость восстановления;
г) гамма-процентный срок сохраняемости, средний срок сохраняемости.

6. Какие показатели оценивают ремонтопригодность машины?
а) гамма-процентный ресурс, средний ресурс, гамма-процентный срок службы, средний срок службы;
б) вероятность безотказной работы, средняя наработка до отказа, средняя наработка на отказ, интенсивность отказов, параметр потока отказов;
в) вероятность восстановления, среднее время восстановления, средняя трудоемкость восстановления.

7. Какие показатели надежности оценивают только долговечность изделия?
а) средний срок сохраняемости и гамма-процентный ресурс;
б) средний срок службы и средний ресурс;
в) гамма-процентный срок сохраняемости и гамма-процентный срок службы.

8. Какие свойства надежности оценивает коэффициент готовности?
а) безотказность, долговечность;
б) ремонтопригодность, безотказность;
в) долговечность, сохраняемость;
г) ремонтопригодность, сохраняемость.

9. Какое состояние машины будет определяться как исчерпание ресурса?
а) неисправное состояние;
б) неработоспособное состояние;
в) поврежденное состояние;
г) предельное состояние.

10. Какие показатели надежности оценивают долговечность и сохраняемость?
а) средний ресурс и гамма-процентный срок сохраняемости;
б) гамма процентный ресурс и средний срок службы;
в) средний срок сохраняемости и гамма-процентный срок сохраняемости.

11. Какое из свойств автомобиля соответствует следующему требованию – «сохранять работоспособность в течении определенного времени или пробега»?
а) ремонтопригодность;
б) сохраняемость;
в) безотказность;
г) долговечность.

12. Какие показатели надежности оценивают только безотказность изделия
а) средняя наработка на отказ и вероятность безотказной работы;

б) гамма-процентная наработка до отказа и вероятность восстановления в заданное время;
в) среднее время восстановления и интенсивность отказов.

13. Какие показатели надежности оценивают только ремонтопригодность?
а) параметр потока отказов и среднее время восстановления;
б) вероятность восстановления в заданное время и вероятность безотказной работы;
в) среднее время восстановления и вероятность восстановления в заданное время.

14. Какие показатели необходимо знать, чтобы определить комплексный показатель надежности – коэффициент готовности?
а) средняя наработка на отказ, среднее время восстановления;
б) средний срок сохраняемости, среднее время восстановления;
в) средний ресурс, средняя наработка на отказ.

15. В каком ответе перечислены только свойства, характеризующие надежность изделия?
а) безотказность, работоспособность;
б) долговечность, ремонтопригодность;
в) сохраняемость, исправность.

16. Какое состояние машины будет определяться как её отказ?
а) неисправное состояние;
б) неработоспособное состояние;
в) предельное состояние.

17. Какие показатели надежности оценивают только безотказность изделия
а) средняя наработка на отказ и вероятность безотказной работы;
б) гамма-процентная наработка до отказа и вероятность восстановления в заданное время;
в) среднее время восстановления и интенсивность отказов.

18. В каком ответе перечислены только состояния изделия?
а) сохраняемость, предельное состояние;
б) отказ, повреждение;
в) исправность, работоспособность.

19. При анализе надежности исследуют что?
а) отказы технических систем;
б) нарушение целостности технических систем;
в) частоту последствий отказов технической системы.

20. При анализе безопасности исследуют что?
а) отказы технических систем;
б) нарушение целостности технических систем;
в) частоту последствий отказов технической системы.

21. При анализе риска исследуют что?
а) отказы технических систем;
б) нарушение целостности технических систем;
в) частоту последствий отказов технической системы.

22. При каком уровне риска в год общественность не выражает озабоченности?
а) степень риска меньше 10^{-6}
б) степень риска больше 10^{-6}
в) степень риска равна 10^{-6}

8. Система оценивания планируемых результатов обучения

Форма контроля	За одну работу		Всего
	миним. баллов	макс. баллов	

Текущий контроль:			
опрос	4	6	
участие в дискуссии на семинаре	4	6	
составление терминологического словаря по теме	3	6	
подбор тематических статей по заявленной теме	3	6	
подготовка презентации	4	6	
выполнение рефератов, написание резюме или эссе	3	6	
работа с научными публикациями, со словарями и справочной литературой	5	6	
обзор Интернет-ресурсов, составление статистических данных	4	6	
составление компендиума	3	6	
контрольная или самостоятельная работа	4	6	
Кол-во баллов:	**52**	**100**	
Промежуточная аттестация (собеседование, тест)	10	20	30 баллов
Итого за семестр (дисциплину) зачёт/зачёт с оценкой/**экзамен**	5	20	100 баллов

Шкала перевода баллов, набранных студентом в традиционную оценку:

Баллов	100 - 95	94 - 90	89 - 85	84 - 80	79 - 75	74 - 70	69 - 65	64 - 60	59 - 50	49 и менее
Традиционная оценка	5			4			3			2

Критерии оценивания результатов обучения (экзамен)

Оценка	Критерии оценивания
Высокий уровень «5» (отлично)	оценку «отлично» заслуживает студент, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы
Средний уровень «4» (хорошо)	оценку «хорошо» заслуживает студент, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки
Пороговый уровень «3» (удовлетворительно)	оценку «удовлетворительно» заслуживает студент, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы
Минимальный уровень «2» (неудовлетворительно)	оценку «неудовлетворительно» заслуживает студент, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

9.1. Основная литература

1. Тимошенков, С. П. Надежность технических систем и техногенный риск: учебник и практикум для вузов / С. П. Тимошенков, Б. М. Симонов, В. Н. Горошко. – Москва : Издательство Юрайт, 2020. – 502 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-9916-8582-5. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: http://biblio-online.ru/bcode/450485

2. Шишмарёв, В. Ю. Надежность технических систем: учебник для вузов /

В.Ю. Шишмарёв. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2020. – 289 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-09368-1. – Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. – URL: http://biblio-online.ru/bcode/454286

3. Надежность технических систем и техногенный риск : методические указания к контрольной работе / составители И. В. Чепегин. – Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016. – 40 с. — ISBN 2227-8397. – Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/62201.html

4. Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) в 2 ч. Часть 1 : учебник для академического бакалавриата / С. В. Белов. — 5-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2019. — 350 с. — (Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-03237-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL:http://biblio-online.ru/bcode/437958.

9.2. Дополнительная литература

1. Алымов В.Т., Крапчатов В.П., Тарасова Н.П. Анализ техногенного риска: Уч. пос. для студентов вузов. – М.: Круглый год, 2000.

2. Переездчиков И.В., Крышевич О.В. Надежность технических систем и техногенный риск: Уч. пос. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 1998.

3. Белов П.Г. Теоретические основы системной инженерии безопасности. – М: ГНТП «Безопасность», МИБ СТС, 1999.

4. Рахимова, Н. Н. Надежность технических систем и техногенный риск: практикум / Н. Н. Рахимова. – Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. – 277 с. – ISBN 978-5-7410-1959-7. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: http://www.iprbookshop.ru/78793.html

5. Северцев, Н. А. Системный анализ теории безопасности: учебное пособие для вузов / Н. А. Северцев, А. В. Бецков. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 456 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07985-2. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: http://biblio-online.ru/bcode/454533

6. Акимов В.А. Основы анализа и управления риском в природной и техногенной средах / В.А. Акимов, В.В. Лесных, Н.Н. Радаев. – М.: Деловой экспресс, 2004. – 352 с.

7. Быков А.А., Порфирьев Б.Н. Об анализе риска, концепциях и классификации рисков // Проблемы анализа риска. 2006. Т.3. № 4.

8. Гайкович А.И. Основы теории проектирования сложных технических систем / А.И. Гайкович. – СПб.: МОАИНТЕХ, 2001. – 432 с.

9. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных процессов. РДОЗ-418-01. – М.: Госгортехнадзор РФ, 2001.– 24 с.

10. Опасные химические объекты и техногенный риск: Учебное пособие. – М.: Изд-во Химич. фак. Моск. ун-та, 2003. – 254 с.

11. Рыжкин А.А., Слюсарь Б.Н., Шучев К.Г. Основы теории надежности: Уч. пос. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2002.

12. Рябинин, И. А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем / И.А. Рябинин. – СПб.: Политехника, 2000. – 248 с.

13. Статистические методы анализа безопасности сложных технических систем: Учеб./ Под ред. В.П. Соколова. – М.: Логос, 2002.

14. Хенли, Д. Надежность технических систем и оценка риска: Пер. с англ. / Д. Хенли, Х. Кумамото. – М.: Машиностроение, 1984. – 528 с.

15. Чура Н.Н. Техногенный риск: учебное пособие / Н.Н. Чура; под ред В.А. Девисилова. – М.: КНОРСУ, 2011. – 280 с.

9.3. Периодические издания *(при необходимости)*

Журнал «Техносфера» / https://ksu.edu.ru/svedeniya-ob-organizatsii/struktura-i-organy-upravleniya/instituty/institut-dizajna-i-tekhnologij/kafedry/kafedra-tekhnosfernoj-bezopasnosti/technosfera.html

«Проблемы управления рисками в техносфере» (научно-аналитический журнал) / https://igps.ru/publication/Nauchnye_zhurnaly_universiteta

9.4. Программное обеспечение

1. Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN 1 License (бессрочная), (лицензия 49512935);
2. Microsift Sys Ctr Standard Sngl License/Software Assurance Pack Academic License 2 PROC (бессрочная), (лицензия 60465661)
3. Microsoft Win Home Basic 7 Russian Academic OPEN (бессрочная), (лицензия 61031351),
4. Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN, (бессрочная) (лицензия 61031351),
5. Microsoft Windows Proffesional 8 Russian Upgrade Academic OPEN (бессрочная), (лицензия 61031351),
6. Microsoft Internet Security&Accel Server Standart Ed 2006 English Academic OPEN, (бессрочная), (лицензия 41684549),
7. Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN, (бессрочная), (лицензия 60939880),
8. Microsoft Windows Server CAL 2008 Russian Academic OPEN, (бессрочная), (лицензия 60939880),
9. Microsoft Windows 10 Pro, 64 bit, Rus, OEM, Операционная система
10. Неисключительное право на использование ПО Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Расширенный Russian Edition.
11. Неисключительное право на использование ПО Kaspersky Security для виртуальных и облачных сред, Server, VirtSvr, License, Education Renewal
12. ABBYYFineReader 11 Professional Edition, (бессрочная), (лицензия AF11-2S1P01-102/AD),
13. Microsoft Volume Licensing Service, (бессрочная), (лицензия 62824441),
14. Microsoft Windows Pro 64bit DOEM, (бессрочная), контракт № 6-ОАЭФ2014 от 05.08.2014
15. Visual Studio Professional
16. «Антиплагиат. ВУЗ». Лицензионный договор № 5044 от 14.05. 2022 года (ежегодное продление)

9.5. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы современных информационных технологий *(обязательно!)*

Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (http://www.consultant.ru)

Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (http://www.elibrary.ru)/ и т.д.

Федеральный портал «Российское образование» https://edu.ru/. Режим доступа: индивидуальный неограниченный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет.

Официальная электронная учебно-методическая библиотека для общего и профессионального образования – http://www.window.edu.ru

Российский общеобразовательный портал – http://www.school.edu

Федеральный портал «Российское образование» – http://www.edu.ru/

Надежность технических систем и техногенный риск – URL: http://www.mchs.gov.ru/library/item/227187

Надежность технических систем и техногенный риск. Учебное пособие – URL: http://www.mchs.gov.ru/upload/site1/library/JP8G4yOL75.pdf

Надежность технических систем и техногенный риск: Учебное пособие – URL: http://window.edu.ru/resource/883/36883

МЕТОДЫ РАСЧЕТА НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ – URL: http://reliability-theory.ru/topics/t3r1part1.html

Экспертная система надежности аппаратов нефтехимической промышленности – URL: http://www.swsys.ru/index.php?page=article&id=981

Структурная схема факторов, влияющих на надежность – URL: http://www.kirpi4ik.ru/books/images/tmpE56-5.png

http://risk-2005.narod.ru – «Теория и практика анализа техногенных рисков».

http://www.slovari.yandex.ru (Экономико-математический словарь).

http://www.mchs.gov.ru/library – МЧС России – Библиотека (Материалы по курсу «Надежность технических систем и техногенный риск»).

http://www.twirpx.com – конспекты лекций, учебные пособия по безопасности жизнедеятельности.

Образовательная платформа Юрайт. Электронная библиотека и интернет-магазин образовательной литературы (https://biblio-online.ru/)

Электронно-библиотечная система IRP Books (http://www.iprbookshop.ru/).

10. Обеспечение образовательного процесса для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебные и 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 слепых и слабовидящих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением, или могут быть заменены устным ответом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
- письменные задания оформляются увеличенным шрифтом;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

Для глухих и слабослышащих:

- лекции оформляются в виде электронного документа, либо предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
- экзамен и зачёт проводятся в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением;
- экзамен и зачёт проводятся в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения предусматривается использование технических средств, необходимых в связи с индивидуальными особенностями обучающихся. Эти средства могут быть предоставлены университетом, или могут использоваться собственные технические средства.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их

здоровья и восприятия информации:

Для слепых и слабовидящих:

- в печатной форме увеличенным шрифтом;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Для глухих и слабослышащих:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа.

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме;
- в форме электронного документа;
- в форме аудиофайла.

Учебные аудитории для всех видов контактной и самостоятельной работы, научная библиотека и иные помещения для обучения оснащены специальным оборудованием и учебными местами с техническими средствами обучения:

Для слепых и слабовидящих:

для глухих и слабослышащих:

- автоматизированным рабочим местом для людей с нарушением слуха и слабослышащих;
- акустический усилитель и колонки;

Для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- передвижными, регулируемыми эргономическими партами СИ-1;
- компьютерной техникой со специальным программным обеспечением.

11. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

1. Специализированные аудитории с наличием мультимедийного комплекса (компьютерная техника, мультимедийный проектор, экран, видео-, аудиоаппаратура).
2. Аудитории с наличием тематических стендов и технической аппаратуры.

Для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы используются учебные аудитории, отвечающие противопожарным правилам и нормам, обеспечивающих проведение всех видов деятельности обучающихся при освоении дисциплины, а также помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения (мультимедийными комплексами), служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с подключением к сети «Интернет» и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду вуза.

Реализация программы дисциплины предполагает наличие проектора и компьютерного класса с установленным программным обеспечением:

- локальная компьютерная сеть кафедры с выходом в глобальную сеть Internet;
- обновляемая информационная система «Охрана труда и промышленная безопасность» в локальной компьютерной сети;
- математический пакет MathCAD для проведения практических занятий;
- тестовое программное обеспечение;
- технические требования к персональным компьютерам: Pentium II, 64 MB RAM, Windows 98.
- специализированные аудитории, оснащённые стендовым материалом.

К рабочей программе прилагаются:

Приложение 1 - Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине (модулю) (*разрабатывается в виде отдельного документа);*

Приложение 2 - Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

(Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) могут быть представлены в виде изданных печатным и (или) электронным способом методических разработок со ссылкой на адрес электронного ресурса в виде рекомендаций обучающимся по изучению разделов и тем дисциплины (модуля) указанием глав, разделов, параграфов, задач, заданий, тестов и т.п. из рекомендованного списка литературы.)

УТВЕРЖДЕНО

Протокол заседания кафедры
№_____ от_____

ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ

(Изменения и дополнения в РПД вносятся ежегодно и оформляются в данной форме. Изменения вносятся заменой отдельных листов (старый лист при этом цветным маркером перечеркивается, а новый лист с изменением степлером прикалывается к рабочей программе (хранится на кафедре), в электронной форме РПД должна быть актуализированной всегда, т.е. с внесенными изменениями.

При наличии большого количества изменений и поправок, затрудняющих понимание, возникших в связи с изменением нормативной базы ВО и другим причинам, проводится полный пересмотр РПД (т.е. выпускается новая РПД), которая проходит все стадии проверки и утверждения).

в рабочей программе *(модуле)* дисциплины_____
(название дисциплины)
по направлению подготовки *(специальности)*_____

на 20__/20__ учебный год

1. В _____ вносятся следующие изменения:
(элемент рабочей программы)
1.1. ……..;
1.2. ……...;
…
1.9. …… .

2. В _____ вносятся следующие изменения:
(элемент рабочей программы)
2.1. ……..;
2.2. ……...;
…
2.9. …… .

3. В _____ вносятся следующие изменения:
(элемент рабочей программы)
3.1. ……..;
3.2. ……...;
…
3.9. …… .

Составитель подпись расшифровка подписи
дата

Зав. кафедрой подпись расшифровка подписи