



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДВФУ)

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

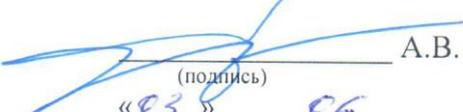
«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП

  
(подпись) Л.Б. Леонтьев  
«03» 06 2019 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой  
сварочного производства

  
(подпись) А.В. Гридасов  
«03» 06 2019 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Надёжность технических систем и техногенный риск

**Направление подготовки 15.04.01 Машиностроение**

магистерская программа «Оборудование и технология сварочного производства»

**Форма подготовки очная**

курс 2 семестр 3

лекции 18 час.

практические занятия 18 час.

лабораторные работы - час.

в том числе с использованием МАО лек. - /пр. - /лаб. - час.

всего часов аудиторной нагрузки 36 час.

в том числе с использованием МАО - час.

самостоятельная работа 36 час.

в том числе на подготовку к экзамену - час.

контрольные работы не предусмотрены

курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены

зачёт 3 семестр

экзамен - семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утверждённого приказом ректора от 07.07.2015 № 12-13-1282.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры сварочного производства протокол №11 от 03.06.2019 г.

Заведующий кафедрой к.т.н., доцент, Гридасов А.В.  
Составитель (ли): к.т.н., доцент, Токликишвили А.Г.

**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

(И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018 г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

(И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

Рабочая программа учебной дисциплины «Надёжность технических систем и техногенный риск» предназначена для направления 15.04.01 Машиностроение, магистерская программа «Оборудование и технология сварочного производства».

Общая трудоёмкость освоения дисциплины составляет 2 зачётные единицы, 72 часов и включает в себя следующее:

- лекционные занятия 18 час.;
- практические занятия 18 час.;
- лабораторные работы не предусмотрены учебным планом;
- самостоятельная работа студентов 36 час.

Дисциплина «Надёжность технических систем и техногенный риск» относится к блоку «Факультативы» - ФТД.1.

Дисциплина «Надёжность технических систем и техногенный риск» логически и содержательно связана с такими курсами как:

«Методология научных исследований в машиностроении», «Новые конструкционные материалы», «Автоматизация проектирования технологических процессов», «Компьютерные технологии в машиностроении», «Системное проектирование технологических процессов», «Термомеханические методы сварки», «Перспективные технологии резки металлов», «Технологические основы сварочного производства», «Технология нанесения покрытий со специальными свойствами», «Сертификация сварочного производства», «Организационно-экономическое управление эффективностью сварочного производства», «Триботехника», «Экологическая безопасность в сварочном производстве», «Методы повышения износостойкости узлов трения», «Техническая диагностика сварных конструкций», «Технологические особенности сварки специальных сталей и сплавов».

## **Особенности построения и содержания курса**

Курс «Надёжность технических систем и техногенный риск», предназначен для формирования у студентов знаний о системе принципов, методов, правил организации и проведения анализа надёжности технических систем при проектной, ремонтной, ремонтно-восстановительной, бытовой деятельности на предприятиях, а также о критериях по которым классифицируются данные предприятия на опасные, причины данной опасности, а также формирование выводов о техногенном риске.

### **Цель**

Сформировать у обучающихся системное представление об опасности и её критериях на предприятиях; развить навыки аналитического мышления; сформировать опыт в организации и проведении анализа надёжности технических систем и на базе полученных данных формировать выводы о техногенном риске; развить навыки в организации предостережения опасности, уменьшения её риска возникновения, и препятствованию повышения её уровня до критических.

### **Задачи:**

- способствовать развитию знаний о надёжности технических систем и о техногенном риске, а также их взаимодействию;
- сформировать навыки по самостоятельному обучению новым методам исследования критерий опасности и их предупреждения;
- выработать умение выявлять научно-технические проблемы и присущие им противоречия в опасной среде;
- сформировать основные умения, необходимые для организации и проведения самостоятельных исследований и предупреждающих действий в опасной промышленной среде (сфера промышленной безопасности);

Для успешного освоения дисциплины «Надёжность технических систем и техногенный риск» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

Из предыдущего этапа обучения по направлению 15.03.01 Машиностроение:

ОК-11 - способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах деятельности.

ОК-14 - способностью к самоорганизации и самообразованию.

ОПК-2 - осознанием сущности и значения информации в развитии современного общества.

ОПК-3 - владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации.

ОПК-5 - способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности.

ПК-1 - способностью к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки.

ПК-2 - умением обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов.

ПК-3 - способностью принимать участие в работах по составлению научных отчётов по выполненному заданию и во внедрении результатов исследований и разработок в области машиностроения.

ПК-4 - способностью участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности.

ПК-12 - способностью разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств.

ПК-13 - способностью обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование.

ПК-14 - способностью участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции.

ПК-15 - умением проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования.

ПК-16 - умением проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ.

ПК-17 - умением выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения.

ПК-18 - умением применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.

ПК-19 - способностью к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции.

В результате изучения данной дисциплины у обучающихся формируются следующие общекультурные/ общепрофессиональные/ профессиональные компетенции.

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
<p>ОПК-13 - способностью разрабатывать методические и нормативные документы, предложения и проводить мероприятия по реализации разработанных проектов и программ в области машиностроения.</p>	<p><b>Знает</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Нормативные и информационные базы, касающиеся анализируемых технологий, оборудования, сферы деятельности и т.п.</li> <li>- Нормативные правила и саму единую систему конструкторской документации (ЕСКД).</li> <li>- Правила организации при различных видах опасности.</li> <li>- Методологию проектной деятельности.</li> <li>- методы по доводке и освоению технологических процессов;</li> <li>- основные технологические сварочные процессы и металлообработки;</li> <li>- основные нормативные документы по сварочным материалам, технологиям и процессам сварки, а также других технологий по металлообработки;</li> <li>- методы проверки качества монтажа и наладки при испытаниях.</li> </ul>
	<p><b>Умеет</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Здраво организовывать трудовую деятельность.</li> <li>- Составлять базовую, проектную и сопровождающую документацию при проведении технологических сварочных процессов и сопутствующей металлообработки;</li> <li>- Применять метрологические методики и средства измерений при анализе качества процессов исследуемой трудовой деятельности;</li> <li>- Проявлять изобретательность и логичность для организации и модернизации элементов промышленной среды.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Нормативные и информационные базы, касающиеся анализируемых технологий, оборудования, сферы деятельности и т.п.</li> <li>- Знаниями в сфере деятельности и личностными качествами для организации мероприятий по наладке оборудования и технологий, а также выявлению и предупреждению опасности.</li> </ul>
ПК-3 - способностью оценивать технико-экономическую эффективность проектирования, исследования, изготовления машин, оборудования, систем, технологических процессов, принимать участие в создании системы менеджмента качества на предприятии.	<b>Знает</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Методы расчета технико-экономической эффективности проектирования, исследования, изготовления и внедрения нового оборудования.</li> <li>- Качественные и количественные методы определения надежности технических систем.</li> <li>- Основы менеджмента качества на предприятии.</li> </ul>
	<b>Умеет</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Оценивать технико-экономическую эффективность проектирования оборудования.</li> <li>- Самостоятельно проверять, анализировать и оценивать информацию о целесообразности, обоснованности, своевременности.</li> <li>- Рассчитывать показатели риска и надежности систем.</li> <li>- Исследовать теоретические и практические проблемы надежности технических систем.</li> </ul>
	<b>Владеет</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Способами оценки систем менеджмента качества.</li> </ul>

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Надёжность технических систем и техногенный риск» не применяются методы активного / интерактивного обучения так, как не предусмотрены учебным планом.

# **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

## **МОДУЛЬ 1. Основные методические положения теории надежности и техногенного риска. (4 часа)**

- техносфера, техника, техническая система;
- источники опасности, номенклатура, квантификация, идентификация опасностей (определения);
- основные положения теории риска, классификация (индивидуальный, техногенный, экологический, социальный, экономический);
- основы методологии анализа и управления риском;
- надежность, безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость (общие понятия ГОСТ 27.002-89);
- исправность, неисправность, работоспособность, неработоспособность (определения ГОСТ 27.002-89);
- дефекты, повреждения, отказы (ГОСТ 27.002-89);
- временные понятия (наработка, ресурс, срок службы ГОСТ 27.002-89);
- техническое обслуживание и ремонт;
- показатели надежности, безотказности, долговечности, ремонтпригодности, сохраняемости (ГОСТ 27.002-89);
- комплексные показатели надежности (ГОСТ 27.002-89);
- резервирование (функциональное, структурное, временное, информационное, нагрузочное ГОСТ 27.002-89);
- нормирование надежности (ГОСТ 27.002-89);
- обеспечение, определение и контроль надежности (ГОСТ 27.002-89);
- испытания на надежность (ГОСТ 27.002-89);
- классификация внешних воздействующих факторов (температуры, солнечной радиации, влажности, атмосферного давления, ветра, гололеда, воздействие примесей воздуха, биологических факторов, старения материалов).

## **МОДУЛЬ 2. Методы определения надежности систем. (8 часов)**

- периоды эксплуатации машины;
- методы оценки надежности;
- понятие испытаний на надежность, унификация испытаний;
- классификация испытаний на надежность;
- стадии испытаний, задачи унифицированных методик испытаний;
- теоретические законы распределения отказов: случайное событие, случайная величина, биномиальный закон, закон Пуассона, экспоненциальный закон, гамма-распределение, распределение Вейбула, нормальное распределение, усеченное нормальное распределение, распределение Рэлея;

– инженерные методы исследования безопасности технических систем (понятие и методология качественного и количественного анализов опасностей и выявлений отказов систем);

- выбор закона распределение отказов при расчете надежности;
- характеристики, оцениваемые при испытании на надежность;
- основы теории расчета надежности технических систем;
- методика исследования надежности технических систем;
- выявление основных опасностей на ранних стадиях проектирования;
- причины отказа изделия раньше установленного ресурса;
- содержание информационного отчета по безопасности процесса;

### **МОДУЛЬ 3. Способы обеспечения безопасной эксплуатации технических систем. (6 часов)**

– системный подход к анализу возможных отказов (понятие, назначение, цели и этапы, порядок, границы исследования);

– организация и проведение экспертизы технических систем (причины, задачи и содержание экспертизы; организация экспертизы; подбор экспертов; экспертные оценки; опрос экспертов; оценка согласованности суждений экспертов).

– технологические способы обеспечения надежности изделий в процессе изготовления;

- обеспечение надежности сложных технических систем в условиях эксплуатации;
- пути повышения надежности сложных технических систем при эксплуатации;
- организационно-технические методы по восстановлению и поддержанию надежности техники при эксплуатации;
- методы повышения надежности нефтепромыслового оборудования;
- нормативные показатели безопасности технических систем;
- мероприятия по обеспечению безопасности (классификация критически важных объектов по значимости, по видам угроз);
- правовые аспекты анализа риска и управление промышленной безопасностью (классификация промышленных объектов по степени опасности, оценка опасности промышленного объекта, требования к размещению промышленного объекта, система лицензирования, экспертиза промышленной безопасности, информирование государственных органов и общественности об опасностях и авариях, ответственность производителей, учет и расследование, участие органов местного самоуправления и общественности в процессах обеспечения промышленной безопасности, государственный контроль и надзор за промышленной безопасностью;

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

**Практическое занятие № 1. Тест «Надежность в технике». (2 часа)**

**Практическое занятие № 2. Тест «Основные положения теории риска». (2 часа)**

**Практическое занятие № 3, 4. Расчетное задание №1. (4 часов)**

1. Определение максимальной концентрации паров растворителя в приземном слое атмосферы.
2. Определение опасной скорости ветра, при которой концентрация паров растворителя в приземном слое будет максимальной.

3. Расчет риска возникновения немедленных токсических эффектов и риска возникновения хронических заболеваний для населения, проживающего вблизи предприятия.

4. Написание рекомендаций по уменьшению экологического риска для населения.

**Практическое занятие № 5,6. Расчетное задание №2. (4 часов)**

1. Определение глубины зоны заражения через 2 часа после аварии.
2. Определение поражающего действия АХОВ.
3. Определение времени подхода АХОВ к поселению, времени полного заражения поселения.
4. Определение площади зоны возможного заражения и площади фактического заражения.
5. Определение вида зоны возможного заражения.
6. Определение возможной потери людей.

**Практическое занятие № 7. Видеофильм «Фукусима, два года спустя». Видеофильм «Фокус Фукусимы». Видеофильм «Чернобыль, за секунду до катастрофы» Видеофильм «Катастрофа на Саяно-Шушенской ГЭС» (2 часа).**

**Практическое занятие № 8. Семинар «Обеспечение надежности и безопасности технических систем на стадии проектирования, изготовления и эксплуатации» (2 часа).**

1. Конструктивные способы обеспечения надежности.
2. Технологические способы обеспечения надежности изделий в процессе изготовления.
3. Обеспечение надежности в условиях эксплуатации.
4. Организационно-технические методы по восстановлению и поддержанию надежности техники при эксплуатации.
5. Пути повышения надежности технических систем при эксплуатации.

**Практическое занятие № 9. Семинар «Исследование основных показателей надежности. Надежность элемента, работающего до первого отказа»(2 часа)**

1. Анализ видов и последствий отказов
2. Характеристики, оцениваемые при испытании на надежность.
3. Причины отказа изделия раньше установленного ресурса.
4. Категории преждевременных отказов

**Лабораторные работы не предусмотрены учебным планом**

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Надежность технических систем и техногенный риск» представлено в Приложении 1 и включает в себя:

- план – график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристики заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

### **IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА**

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы/ темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
<b>МОДУЛЬ 1. Основные методические положения теории надежности и техногенного риска.</b>					
1	Тема 1. Введение в дисциплину «Надежность технических систем и техногенный»	ОПК-13, ПК-3	<b>Знает</b>	УО-1 ПР-2 ПР-7 ПР-11	УО-1 УО-2 ПР-2 ПР-11
			<b>Умеет</b>	УО-1 ПР-2 ПР-7 ПР-11	
			<b>Владеет</b>	УО-1	

	риск».			ПР-2 ПР-7 ПР-11		
2	Тема 2. Основные положения теории риска. Надежность в технике.	ОПК-13, ПК-3	<b>Знает</b>	УО-1 ПР-2 ПР-7		
			<b>Умеет</b>	УО-1 ПР-2 ПР-7		
			<b>Владеет</b>	УО-1 ПР-2 ПР-7		
3	Тема 3. Роль внешних факторов, воздействующих на формирование отказов технических систем.	ОПК-13, ПК-3	<b>Знает</b>	УО-1 ПР-2 ПР-7 ПР-11		
			<b>Умеет</b>	УО-1 ПР-2 ПР-7 ПР-11		
			<b>Владеет</b>	УО-1 ПР-2 ПР-7 ПР-11		
<b>МОДУЛЬ 2. Методы определения надежности систем.</b>						
4	Тема 1. Методы оценки надежности. Понятие испытаний на надежность.	ОПК-13, ПК-3	<b>Знает</b>	УО-1 ПР-2 ПР-7 ПР-11		
			<b>Умеет</b>	УО-1 ПР-2 ПР-7 ПР-11		
			<b>Владеет</b>	УО-1 ПР-2 ПР-7 ПР-11		
5	Тема 2. Теоретические законы распределения отказов	ОПК-13, ПК-3	<b>Знает</b>	УО-1 ПР-2 ПР-7 ПР-11		
			<b>Умеет</b>	УО-1 ПР-2 ПР-7 ПР-11		
			<b>Владеет</b>	УО-1 ПР-2 ПР-7 ПР-11		
	Тема 3. Инженерные методы исследования безопасности технических систем.	ОПК-13, ПК-3	<b>Знает</b>	УО-1 ПР-2 ПР-7 ПР-11		
			<b>Умеет</b>	УО-1 ПР-2 ПР-7 ПР-11		
			<b>Владеет</b>	УО-1 ПР-2 ПР-7 ПР-11		
					УО-1 УО-2 ПР-2 ПР-11	

**МОДУЛЬ 3. Способы обеспечения безопасной эксплуатации технических систем.**

<b>6</b>	Тема 1. Системный подход к анализу возможных отказов.	ОПК-13, ПК-3	<b>Знает</b>	УО-1 ПР-2 ПР-7 ПР-11	УО-1 УО-2 ПР-2 ПР-11
			<b>Умеет</b>	УО-1 ПР-2 ПР-7 ПР-11	
			<b>Владеет</b>	УО-1 ПР-2 ПР-7 ПР-11	
<b>7</b>	Тема 2. Организация и проведение экспертизы технических систем.	ОПК-13, ПК-3	<b>Знает</b>	УО-1 ПР-2 ПР-7 ПР-11	УО-1 УО-2 ПР-2 ПР-11
			<b>Умеет</b>	УО-1 ПР-2 ПР-7 ПР-11	
			<b>Владеет</b>	УО-1 ПР-2 ПР-7 ПР-11	
<b>8</b>	Тема 3. Способы обеспечения надежности	ОПК-13, ПК-3	<b>Знает</b>	УО-1 ПР-2 ПР-7 ПР-11	УО-1 УО-2 ПР-2 ПР-11
			<b>Умеет</b>	УО-1 ПР-2 ПР-7 ПР-11	
			<b>Владеет</b>	УО-1 ПР-2 ПР-7 ПР-11	
<b>9</b>	Тема 4. Нормативные показатели безопасной эксплуатации технических систем.	ОПК-13, ПК-3	<b>Знает</b>	УО-1 ПР-2 ПР-7 ПР-11	УО-1 УО-2 ПР-2 ПР-11
			<b>Умеет</b>	УО-1 ПР-2 ПР-7 ПР-11	
			<b>Владеет</b>	УО-1 ПР-2 ПР-7 ПР-11	
<b>10</b>	Тема 5. Мероприятия по обеспечению безопасности.	ОПК-13, ПК-3	<b>Знает</b>	УО-1 ПР-2 ПР-7 ПР-11	УО-1 УО-2 ПР-2 ПР-11
			<b>Умеет</b>	УО-1 ПР-2 ПР-7 ПР-11	
			<b>Владеет</b>	УО-1 ПР-2 ПР-7 ПР-11	
<b>11</b>	Тема 6. Правовые	ОПК-13, ПК-3	<b>Знает</b>	УО-1	УО-1

	аспекты анализа риска и управление промышленной безопасностью.		ПР-2 ПР-7 ПР-11	УО-2 ПР-2 ПР-11
		Умеет	УО-1 ПР-2 ПР-7 ПР-11	
		Владеет	УО-1 ПР-2 ПР-7 ПР-11	

## V. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература (электронные и печатные издания)

1. Надежность технических систем [Электронный ресурс] / Пучин Е. А., Лисунов Е. А., г Чепурин А. В. и др. - М.: КолосС, 2013. - 318 с.: ил. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). - ISBN 978-5-9532-0812-3. Режим доступа:  
<http://www.studentlibrary.ru/doc/ISBN9785953208123-SCN0000/000.html>
2. Надежность технических систем и техногенный риск [Электронный ресурс] / Гуськов А.В., Милевский К.Е. - Новосибир.:НГТУ, 2012. - 427 с.: ISBN 978-5-7782-1912-0 - Режим доступа:  
<http://znanium.com/catalog/product/558704>
3. Малафеев, С.И. Надежность технических систем. Примеры и задачи [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.И. Малафеев, А.И. Копейкин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 316 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/87584>.
4. Ветошкин, А.Г. Обеспечение надежности и безопасности в техносфере [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.Г. Ветошкин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 236 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72975>

5. Надежность технических систем : учеб. пособие [Электронный ресурс] / В.П. Долгин, А.О. Харченко. — М. : Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2018. — 167 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс; Режим доступа: <http://www.znaniium.com>].

6. Надежность технических систем и техногенный риск: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Рыков В.В., Иткин В.Ю. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 192 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-010958-9 - Режим доступа: <http://znaniium.com/catalog/product/560567>

7. Надежность технических систем и техногенный риск: Учебное пособие [Электронный ресурс] / Мясоедова Т.Н., Плуготаренко Н.К. - Ростов-на-Дону:Южный федеральный университет, 2016. - 84 с.: ISBN 978-5-9275-2307-8 - Режим доступа: <http://znaniium.com/catalog/product/999624>

#### **Дополнительная литература** (печатные и электронные издания)

1. Надежность технических систем и техногенный риск: Учебное пособие / Мясоедова Т.Н., Плуготаренко Н.К. - Ростов-на-Дону:Южный федеральный университет, 2016. - 84 с.: ISBN 978-5-9275-2307-8 - Режим доступа: <http://znaniium.com/catalog/product/999624>

2. Надежность технических систем и техногенный риск: Учебное пособие / Рыков В.В., Иткин В.Ю. - М.:НИЦ ИНФРА-М, 2017. - 192 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-010958-9 - Режим доступа: <http://znaniium.com/catalog/product/560567>

3. Техногенный риск и безопасность : учеб. пособие / А.Г. Ветошкин, К.Р. Таранцева. — 2-е изд. — М. : ИНФРА-М, 2017. — 198 с. — (Высшее образование: Бакалавриат). — [www.dx.doi.org/10.12737/11457](http://www.dx.doi.org/10.12737/11457). - Режим доступа: <http://znaniium.com/catalog/product/913206>

4. Киселев, Д. М. Законы распределения случайных величин, используемых в теории надежности [Электронный ресурс] : Метод.

- рекомендации по изучению курса / Д. М. Киселев. - М. : МГАВТ, 2006. - 19 с.  
- Режим доступа: <http://znanium.com/> - Режим доступа:  
<http://znanium.com/catalog/product/401058>
5. Введение в оценку экологических рисков: Учебно-методическое пособие / Матвеев И.А., Осипова Н.А., - 3-е изд. - Томск:Изд-во Томского политех. университета, 2015. - 108 с.: ISBN - Режим доступа:  
<http://znanium.com/catalog/product/697136>
6. Ветошкин, А. Г. Техногенный риск и безопасность [Электронный ресурс] / А. Г. Ветошкин, К. Р. Таранцева. - Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2003. - 192 с. - Режим доступа: <http://www.znanium.com/>
7. Надежность технических систем и техногенный риск / Гуськов А.В., Милевский К.Е. - Новоси�.:НГТУ, 2012. - 427 с.: ISBN 978-5-7782-1912-0 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/558704>
8. Надежность технических систем и техногенный риск: Учебное пособие / Рыков В.В., Иткин В.Ю. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 192 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-010958-9 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/507273>
9. Надежность технических систем и техногенный риск: Учебное пособие / Мясоедова Т.Н., Плуготаренко Н.К. - Ростов-на-Дону:Южный федеральный университет, 2016. - 84 с.: ISBN 978-5-9275-2307-8 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/999624>
10. Промышленная экология: Учебник / Ф.Ф. Брюхань, М.В. Графкина, Е.Е. Сдобнякова. - М.: Форум, 2011. - 208 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование). (переплет) ISBN 978-5-91134-478-8 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/208909>
11. Экодиагностика и сбалансированное развитие: Учебное пособие / Кочуров Б.И. - 2-е изд., испр. и доп. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 362 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование: Бакалавриат) (Переплёт 7БЦ) ISBN 978-5-16-011445-3 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/525172>

12. Аспекты экологической ответственности хозяйствующих субъектов Российской Федерации: Монография / А.П. Гарнов, О.В. Краснобаева. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 191 с.: 60x88 1/16. - (Научная мысль; Экономика). (обложка) ISBN 978-5-16-009496-0 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/444772>

13. Приборы и средства контроля за природной средой: Учебное пособие / Чудновский С.М., Лихачева О.И. - Вологда:Инфра-Инженерия, 2017. - 152 с.: 60x84 1/16 (Обложка) ISBN 978-5-9729-0165-4 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/930714>

14. Управление социальными рисками: учебно-методическое пособие / Курбатов В.И. - Ростов-на-Дону:Издательство ЮФУ, 2009. - 80 с. ISBN 978-5-9275-0576-0 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/555563>

15. Экологическая безопасность в строительстве: риски и предпроектные исследования: Монография / Керро Н.И. - Вологда:Инфра-Инженерия, 2017. - 246 с.: ISBN 978-5-9729-0152-4 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/943568>

16. Экологическая культура и экологическая цивилизованность / Исмаилов Н.М. [Znanium.com, 2016, вып. №1-12, стр. 0-0] - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/774403>

17. Экологическая энциклопедия. А - Г / В.И. Данилов-Данильян, К.С. Лосев. - М.: Энциклопедия, НИЦ ИНФРА-М, 2008. - 416 с.: 84x108 1/16 ISBN 978-5-94802-028-0 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/542717>

18. Экологический аудит в России / Гендон А.Л. [Znanium.com, 2016, вып. №1-12, стр. 0-0] - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/608819>

19. Экологический аудит в системе экологического контроля Российской Федерации / Чхутиашвили Л.В. [Znanium.com, 2016, вып. №1-12, стр. 0-0] - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/610404>

20. Экологический аудит в угольной отрасли / Гендон А.Л. [Znanium.com, 2016, вып. №1-12, стр. 0-0] - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/608830>

21. Экологический аудит как оценка воздействия на окружающую среду хозяйственной деятельности организации и соответствия ее требованиям природоохранного законодательства / Чхутиашвили Л.В. [Znanium.com, 2016, вып. №1-12, стр. 0-0] - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/610356>

22. Экологический менеджмент: Учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Менеджмент организации", "Государственное и муниципальное управление" / Коробко В.И. - М.:ЮНИТИ-ДАНА, 2015. - 303 с.: 60x90 1/16 ISBN 978-5-238-01825-6 - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/883826>

23. Экологический мониторинг и экологическая экспертиза : учеб. пособие / М.Г. Ясовеев, Н.Л. Стреха, Э.В. Какарека, Н.С. Шевцова ; под ред. проф. М.Г. Ясовеева. — Минск : Новое знание ; М. : ИНФРА-М, 2018. — 304 с. : ил. — (Высшее образование: Бакалавриат). - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/916218>

### **Нормативно-правовые материалы**

1. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения [Текст]. – Введ. 1990-01.07. – М. : Госстандарт Союза ССР : Изд-во стандартов, 1989.– 32 с.;

2. ГОСТ 27.310-95. Надежность в технике. Анализ видов, последствий отказов [Текст]. – Введ. 1997-01.01. – Минск : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 1995.– 12 с.;

3. ГОСТ Р 51901.11 – 2005. (МЭК 61882:2001). Менеджмент риска. Исследование опасности и работоспособности. Прикладное руководство [Текст]. – Введ. 2006-01.01. – М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 2006.– 41 с.;

4. ГОСТ Р 51901.12 – 2007. (МЭК 60812:2006). Менеджмент риска. Метод анализа видов и последствий отказов [Текст]. – Введ. 2008-01.09. – М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 2008;

5. ГОСТ Р 51901.1-2002 Менеджмент риска. Анализ риска технологических систем [Текст]. – Введ. 2002-07.06. – М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 2002. – 22 с.;

6. ГОСТ Р 51901.16-2005 Менеджмент риска. Повышение надежности. [Текст]. – Введ. 2006-01.01. – М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 2006. – 35 с.;

7. ГОСТ Р 51901.5-2005. (МЭК 60300-3-1:2001). Менеджмент риска. Руководство по применению методов анализа надежности [Текст]. – Введ. 2005-30.09. – М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 2005. – 49 с.;

8. ГОСТ Р 51901.6-2005 Менеджмент риска. Программы повышения надежности [Текст]. – Введ. 2005-30.09. – М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 2005. – 32 с.;

9. ГОСТ Р 51901-2002 Управление надежностью. Анализ риска технологических систем [Текст]. – Введ. 2002-07.06. – М. : Госстандарт России : Изд-во стандартов, 2002. – 26 с.;

10. ГОСТ Р 54142 – 10. Менеджмент рисков. Руководство по применению организационных мер безопасности и оценки рисков. Методология построения универсального дерева событий [Текст]. – Введ. 2010-21.12. – М. : Научно-технический центр «ИНТЕК»: Стандартиформ, 2012. – 34 с.;

11. Положение «О классификации чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера», Утв. постановлением правительства РФ № 1094 от 13.09.1996 г.;

12. Российская Федерация. Законы. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера [Электронный ресурс] : фед. Закон : [принят Гос Думой 21 декабря 1994 г. ] – М.

(Актуальный закон). – Режим доступа:  
[http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_law\\_40241/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_law_40241/);

13. Российская Федерация. Законы. О промышленной безопасности ОПО [Электронный ресурс] : фед. Закон : [принят Гос Думой 27 июля 1997 г. ] – М. (Актуальный закон). – Режим доступа: <http://asf-proekt.ru/fz-116/>;

14. Российская Федерация. Законы. О техническом регулировании [Электронный ресурс] : фед. Закон : [принят Гос Думой 27 декабря 2002 г. ] – М. (Актуальный закон). – Режим доступа:  
[http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_law\\_40241/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_law_40241/).

### **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети**

#### **«Интернет»**

1. <http://standard.gost.ru> (Росстандарт);
2. <http://www.amp.ru> (Научно-технический центр «Автоматизированное Проектирование Машин»);
3. <http://encycl.yandex.ru> (Энциклопедии и словари);
4. [https://lib.dvfu.ru:8443/search/query?term\\_1=%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0&theme=FEFU](https://lib.dvfu.ru:8443/search/query?term_1=%D1%82%D1%80%D0%B8%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0&theme=FEFU) На сайте представлен лекционный курс, учебники по дисциплине.
5. <http://www.iprbookshop.ru/65322.html> На сайте представлен лекционный курс, учебники по дисциплине.

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом доступно следующее программное обеспечение:

- Офисный пакет приложений Microsoft Office 365;

- Сервис антивирусной защиты Eset NOD32;
- Сервис распознавания текста ABBYY FineReader;
- Система ТЕХЭКСПЕРТ;
- Справочно-правовая система КОНСУЛЬТАНТ ПЛЮС;
- Универсальная программная система конечно-элементного (МКЭ) анализа ANSYS 16;
- Программный комплекс САПР SolidWorks 2016;
- Пакет прикладных программ для решения задач технических вычислений и одноимённый язык программирования Matlab 2015;
- Система компьютерной алгебры из класса систем автоматизированного проектирования MathCAD;
- Система автоматизированного проектирования и черчения AutoCAD 2015;
- Программная среда и язык программирования VisSim;
- Система автоматизированного проектирования КОМПАС 3D (САПР).

При осуществлении образовательного процесса студентами и профессорско-преподавательским составом доступен электронный ресурс сайта ДВФУ (<https://www.dvfu.ru>):

- Научная библиотека ДВФУ (<https://www.dvfu.ru/library>);
- Портал ДВФУ (<https://ip.dvfu.ru>);
- Система электронных курсов ДВФУ Blackboard Learn (<https://bb.dvfu.ru>);
- Электронная почта ДВФУ (<http://mail.dvfu.ru>);
- Техническая поддержка ИТ-сервисов ДВФУ (<https://www.dvfu.ru/support>).

## **VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Время, отведённое на реализацию дисциплины**

Теоретическая часть курса, проводимая в аудиториях/лабораториях ДВФУ (с преподавателем / руководителем) – 18 часов, в том числе с использованием интерактивных методов (МАО) – 2 часа.

Практическая часть курса, проводимая в аудиториях/лабораториях ДВФУ (с преподавателем/руководителем) – 18 часа, в том числе с использованием интерактивных методов (МАО) – 2 часов.

Всего часов аудиторной нагрузки (с преподавателем/руководителем) – 36 часов, в том числе с использованием интерактивных методов (МАО) – 4 часов.

Время на самостоятельную работу (без преподавателя/руководителя) как теоретической, так и практической частей курса – 36 часов.

### **Рекомендации по планированию и организации времени, на изучение дисциплины**

Время, отведённое на изучение дисциплины, должно быть использовано обучающимся планомерно. Время на изучение дисциплины указывается на титульном листе рабочей программы учебной дисциплины; в учебном плане, по конкретному направлению и форме обучения, ознакомится с ним вы можете на своей кафедре или в учебно-методическом управлении.

Планирование времени – эффективный вариант организация учебной деятельности. Общие рекомендации составления планирования:

1. Своевременный и полный учет задач, вытекающих из содержания профессиональной деятельности (например, по написанию курсового проекта).
2. Регулярное распределение рабочего времени в соответствии с приоритетностью и сложностью задач, выделение части времени в резерв.

3. Документирование результатов планирования и организации рабочего времени (составление текущих и перспективных планов работы).
4. Делегирование полномочий, связанных с выполнением менее срочных и менее важных задач, своим коллегам.
5. Учет работоспособности в течение периода, отведенного для работы (в течение дня, недели, месяца, года).
6. Концентрация усилий на первоочередном решении задач, от которых, в свою очередь, зависит решение задач второго уровня значимости (срочности, важности).
7. Умелое использование информации в процессе планирования и организации рабочего времени.
8. Способность к самоограничению (умение говорить «нет», когда значимость той или иной задачи и, следовательно, необходимость ее выполнения не являются очевидными).
9. Самоконтроль расходования времени в ходе выполнения задач профессиональной деятельности.
10. Стремление к постоянному совершенствованию системы планирования и организации рабочего времени.

### **Описание последовательности действий обучающихся при изучении дисциплины**

В соответствии с целями и задачами дисциплины студент изучает и готовится к теоретическим/практическим/лабораторным/семинарным занятиям, проходит контрольные точки текущей и промежуточной аттестации, включающие разные формы проверки усвоения материала (конспекты, отчёты, тесты, рефераты, зачёт, экзамен, контрольные мероприятия).

Освоение дисциплины включает несколько составных элементов учебной деятельности:

1. Ознакомление рабочей программы учебной дисциплины.

2. Выполнение требований, установленных преподавателем (руководителем) в рамках профессиональной деятельности сотрудника ДВФУ.

3. Регулярная подготовка к занятиям и активная работа на них, включающая следующее общее планирование:

№ п/п	Наименование этапа	Содержание задач этапа
1	Обработка информации	Сбор, учет, систематизация, анализ информации, необходимой для надлежащего планирования и организации профессиональной деятельности, а также актуализация и оперативный обмен информацией с руководителем, коллегами и деловыми партнерами.
2	Постановка целей и задач	Предварительное, а затем окончательное формулирование целей и задач, доклад соответствующих предложений руководителю.
3	Планирование	Разработка (участие в разработке) документов планирования (планов, программ, графиков и т. п.) по направлениям и периодам профессиональной деятельности, их согласование по срокам и методам реализации, определение состава привлекаемых к их реализации сил и средств.
4	Подготовка решения	Представление проектов документов планирования, а также предложений, направленных на выработку оптимального решения, уточнение проектов и доведение принятых решений (утвержденных планов работы по направлениям и периодам) до сведения лиц, ответственных за руководство.
5	Реализация решения	Непосредственная реализация решений, участие в их реализации, делегирование полномочий, координация работы ответственных за реализацию, обработка информации о ходе реализации решений, ее передача руководителю.
6	Контроль реализации решения	Планирование и организация контрольных мероприятий, учет и сравнение результатов контроля с планируемыми показателями, доклады руководителю.
7	Корректировка решений	Сбор, учет, систематизация, анализ информации, выработка и представление руководителю предложений по корректировке решений (отдельных действий в рамках реализации таких решений)
8	Оценка и анализ результатов	Сбор, учет, систематизация, анализ информации, отражающей результаты реализации решений, подведение итогов профессиональной деятельности (за период или по направлению – текущая/промежуточная аттестация)

**Рекомендации по работе с информационными источниками**

Работа с информацией – процесс нахождения знаний (информации) о причинах возникновения проблем, применённых инженерных решений/идей, современного состояния объекта исследования.

Поиск информации по дисциплине и её дальнейшей обработки следует начинать с:

- проработки тематического плана – теоретическая и практическая части курса;
- классификации информационного материала;
- составления логической схемы основных понятий, категорий, связей между рассматриваемыми темами;
- составления новой библиографии, при неудовлетворении предложенной.
- реферирования – краткое, основное содержание одной и более работ по теме.
- конспектирования – детальное изложение главных положений и концептуальных идей.
- аннотирования (аннотация) – краткое, предельно сжатое изложение основного содержания литературных источников.
- цитирования - дословная запись высказываний, выражений автора, а также приведение в тексте работы фактических и статистических данных, содержащихся в литературных источниках.

Для реализации информации в письменном/машинно-печатном виде необходимо выполнять общепринятые требования по оформлению - ГОСТ 2.105-95 Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам; ПРИКАЗ № от ФГАОУВО ДВФУ,

### **Рекомендации по подготовке к текущей/промежуточной аттестации**

Успешное освоение программы курса предполагает:

- усвоение теоретической части курса;

- выполнение требований преподавателя (руководителя), установленных преподавателем (руководителем) в рамках профессиональной деятельности сотрудника ДВФУ;
- выполнение практической части курса (практические задания/лабораторные работы/тесты/контрольные мероприятия/курсовые работы/курсовые проекты и др.).

## **VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Освоение теоретической части дисциплины предполагает использование следующего материально-технического обеспечения: мультимедийная аудитория (состоит из интегрированных инженерных систем воспроизведения / визуализации / хранения / передачи электронной информации с единой системой управления) вместимостью до 30 человек.

Типовая комплектация мультимедийной аудитории состоит из: мультимедийного проектора, автоматизированного проекционного экрана, акустической системы, интерактивной трибуны преподавателя (монитор 22", персональный компьютер с широкополосным доступом в сеть интернет). Компьютерное оборудование должно иметь соответствующее лицензионное программное обеспечение.

Для практической части курса предполагается использовать лаборатории и помещения кафедры, последнее - аудиторный резерв кафедры.

Аудиторные помещения располагаются по адресу:

- г. Владивосток, о. Русский, п. Аякс, корпуса L.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

**по дисциплине «Надежность технических систем и техногенный риск»**

**Направление подготовки 15.04.01 «Машиностроение»  
магистерская программа «Оборудование и технология сварочного  
производства»**

**Форма подготовки очная**

**Владивосток  
2018**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
	Очн. (1 семестр)			
1	С 1 по 11 неделю	Освоение I Модуля; Освоение интерактивных лекций; Подготовка и выполнение практических и семинарских занятий, Подготовка к контрольным мероприятиям (Тест №2)	11	УО-1 УО-2 ПР-2 ПР-11
2	С 12 по 13 неделю	Освоение II Модуля Освоение интерактивных лекций; Подготовка и выполнение практических и семинарских занятий	12	УО-1 УО-2 ПР-2 ПР-11
3	С 14 по 24	Освоение III Модуля Освоение интерактивных лекций; Подготовка и выполнение практических и семинарских занятий	11	УО-1 УО-2 ПР-2 ПР-11
2	На 25 неделе	Текущая аттестация по дисциплине (Тест №1)	2	ПР-1
<b>Итого</b>			<b>36 час.</b>	

### Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Вид учебных занятий	Организация деятельности обучающегося
Занятия лекционного типа	В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на выполнение самостоятельной работы.  В ходе лекций обучающимся рекомендуется:

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- вести конспектирование учебного материала;</li> <li>- обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению;</li> <li>- задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.</li> </ul> <p>В рабочих конспектах желательно оставлять поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся, дополняющего материал прослушанной лекции, а также пометки, подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.</p> <p>Для успешного овладения курсом необходимо посещать все лекции, так как тематический материал взаимосвязан между собой.</p> <p>В случаях пропуска занятия студенту необходимо самостоятельно изучить материал и ответить на контрольные вопросы по пропущенной теме во время индивидуальных консультаций.</p>
<p>Занятия семинарского типа (практические)</p>	<p>Практические занятия – это активная форма учебного процесса. При подготовке к практическим занятиям обучающемуся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, учесть рекомендации преподавателя. Темы теоретического содержания предполагают дискуссионный характер обсуждения. Большая часть тем дисциплины носит практический характер, т.е. предполагает выполнение заданий и решение задач, анализ практических ситуаций.</p>
<p>Самостоятельная работа (изучение теоретического курса, подготовка к практическим занятиям)</p>	<p>Важной частью самостоятельной работы является чтение учебной и научной литературы. Основная функция учебников – ориентировать студента в системе знаний, умений и навыков, которые должны быть усвоены будущими специалистами по данной дисциплине.</p>
<p>Подготовка к экзамену</p>	<p>Подготовка к зачету предполагает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- изучение основной и дополнительной литературы</li> <li>- изучение конспектов лекций</li> <li>- участие в проводимых контрольных опросах</li> </ul>



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине «Надежность технических систем и техногенный риск»**

**Направление подготовки 15.04.01 «Машиностроение»**

**магистерская программа «Оборудование и технология сварочного  
производства»**

**Форма подготовки очная**

**Владивосток  
2018**

**Паспорт  
фонда оценочных средств**

<b>Код и формулировка компетенции</b>	<b>Этапы формирования компетенции</b>	
ОПК-13 - способность разрабатывать методические и нормативные документы, предложения и проводить мероприятия по реализации разработанных проектов и программ в области машиностроения.	Знает	Методы разработки методических и нормативных документов разработанных проектов и программ в области машиностроения.
	Умеет	Выполнять нормативных документов разработанных проектов и программ в области машиностроения.
	Владеет	Навыками проводить мероприятия по реализации разработанных проектов и программ в области машиностроения.
ПК-3 - способностью оценивать технико-экономическую эффективность проектирования, исследования, изготовления машин, оборудования, систем, технологических процессов, принимать участие в создании системы менеджмента качества на предприятии.	Знает	Методы расчета технико-экономической эффективности проектирования, исследования, изготовления и внедрения нового оборудования. Качественные и количественные методы определения надежности технических систем. Основы менеджмента качества на предприятии.
	Умеет	Оценивать технико-экономическую эффективность проектирования оборудования. Самостоятельно проверять, анализировать и оценивать информацию о целесообразности, обоснованности, своевременности. Рассчитывать показатели риска и надежности систем. Исследовать теоретические и практические проблемы надежности технических систем.
	Владеет	Способами оценки систем менеджмента качества.

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы/ темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций	Оценочные средства - наименование		
			текущий контроль	промежуточная аттестация	
<b>МОДУЛЬ I. Основные методические положения теории надежности и техногенного риска</b>					
1	Тема 1. Введение в дисциплину «Надежность технических систем и техногенный риск»	ОПК-13, ПК-3	<b>Знает</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	УО-1 УО-2 ПР-2 ПР-11
			<b>Умеет</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	
			<b>Владеет</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	
2	Тема 2. Основные положения теории риска.	ОПК-13, ПК-3	<b>Знает</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	
			<b>Умеет</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	
			<b>Владеет</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	
3	Надежность в технике.	ОПК-13, ПК-3	<b>Знает</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	УО-1 УО-2 ПР-2 ПР-11
			<b>Умеет</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	
			<b>Владеет</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	
3	Тема 1. Роль внешних факторов, воздействующих на формирование отказов технических систем.	ОПК-13, ПК-3	<b>Знает</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	УО-1 УО-2 ПР-2 ПР-11
			<b>Умеет</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	
			<b>Владеет</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	
<b>МОДУЛЬ II. Методы определения надежности систем.</b>					
4	Тема 5 Методы оценки надежности. Понятие испытаний на надежность.	ОПК-13, ПК-3	<b>Знает</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	УО-1 УО-2 ПР-2 ПР-11
			<b>Умеет</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	
			<b>Владеет</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	
	Тема 6-7 Теоретические законы распределения отказов	ОПК-13, ПК-3	<b>Знает</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	УО-1 УО-2 ПР-2 ПР-11
			<b>Умеет</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	
			<b>Владеет</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	
	Тема 8-12	ОПК-13,	<b>Знает</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	УО-1 УО-2
			<b>Умеет</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	

	Инженерные методы исследования безопасности технических систем.	ПК-3	<b>Владеет</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	ПР-2 ПР-11
<b>МОДУЛЬ III. Способы обеспечения безопасной эксплуатации технических систем.</b>					
	Тема 13 Системный подход к анализу возможных отказов.	ОПК-13, ПК-3	<b>Знает</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	УО-1 УО-2 ПР-2 ПР-11
			<b>Умеет</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	
			<b>Владеет</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	
	Тема 14 Организация и проведение экспертизы технических систем.	ОПК-13, ПК-3	<b>Знает</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	УО-1 УО-2 ПР-2 ПР-11
			<b>Умеет</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	
			<b>Владеет</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	
	Тема 15 Способы обеспечения надежности	ОПК-13, ПК-3	<b>Знает</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	УО-1 УО-2 ПР-2 ПР-11
			<b>Умеет</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	
			<b>Владеет</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	
	Тема 16 Нормативные показатели безопасной эксплуатации технических	ОПК-13, ПК-3	<b>Знает</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	УО-1 УО-2 ПР-2 ПР-11
			<b>Умеет</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	
			<b>Владеет</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	
	Тема 17 Мероприятия по обеспечению безопасности.	ОПК-13, ПК-3	<b>Знает</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	УО-1 УО-2 ПР-2 ПР-11
			<b>Умеет</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	
			<b>Владеет</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	
	Тема 18 Правовые аспекты анализа риска и управление промышленной безопасностью.	ОПК-13, ПК-3	<b>Знает</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	УО-1 УО-2 ПР-2 ПР-11
			<b>Умеет</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	
			<b>Владеет</b>	УО-1, ПР-2, ПР-7, ПР-11	

<b>Расшифровка кодировок оценочных средств (ОС)</b>				
<b>№ п/п</b>	<b>Код ОС</b>	<b>Наименование оценочного средства</b>	<b>Краткая характеристика оценочного средства</b>	<b>Представление оценочного средства в фонде</b>
1	УО-1	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объёма знаний обучающегося по определённому разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	УО-2	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.	Вопросы по темам/разделам дисциплины
4	ПР-2	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определённого типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам
5	ПР-7	Конспект	Продукт самостоятельной работы обучающегося, отражающий основные идеи заслушанной лекции, сообщения и т.д.	Темы/разделы дисциплины
6	ПР-11	Кейс задача	Проблемное задание, в котором обучающемуся предлагается осмыслить реальную профессионально-ориентированную ситуацию, необходимую для решения данной проблемы.	Задания для решения кейс-задачи

### **Шкала оценивания уровня сформированности компетенций**

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
ОПК-13 - способность разрабатывать методические и нормативные документы, предложения и проводить мероприятия по реализации разработанных проектов и программ в области машиностроения	знает (пороговый уровень)	Методы разработки методических и нормативных документов разработанных проектов и программ в области машиностроения	Требования, предъявляемые к методическим и нормативным документам.	Качественные и количественные методы анализа системы. Технологические способы обеспечения надежности изделий в процессе изготовления, обеспечение надежности сложных технических систем в условиях эксплуатации.
	умеет (продвинутой)	Выполнять нормативные документы разработанных проектов и программ в области машиностроения	Выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах, критически оценивать любую поступающую информацию вне зависимости от источника.	Использовать методы для решения общих задач анализа надежности, организационно-технические методы по восстановлению и поддержанию надежности техники при эксплуатации.
	владеет (высокий)	Навыками проводить мероприятия по реализации разработанных проектов и программ в области машиностроения	Навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по реализации разработанных проектов.	Навыками связанных с требованиями к размещению промышленного объекта, системой лицензирования, экспертизой промышленной безопасности, ответственностью

				производителей, ГОС контроль и надзор.
ПК-3 - способностью оценивать технико-экономическую эффективность проектирования, исследования, изготовления машин, оборудования, систем, технологических процессов, принимать участие в создании системы менеджмента качества на предприятии.	знает (пороговый уровень)	Основные тенденции развития систем качества как в целом мире, так и в отраслевом и страновом разрезах.	Основные подходы к оценке систем качества на основе использования процедур, аудита, сертификации, самооценки по различным критериям	План создания, развития системы качества
	умеет (продвинутый)	Рассчитывать и анализировать технико-экономические показатели.	Определить место и объем контроля для обеспечения качества продукции.	Создавать процессные бизнес-модели деятельности организации в соответствии с требованиями стандартов систем качества.
	владеет (высокий)	Навыками разработки отдельных документов системы качества.	Базой знаний управления качеством машиностроительной промышленности.	Навыками организации научного труда, оценки научной деятельности исследователей, анализа уровня их знаний.

**Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания результатов освоения дисциплины**

**Критерии оценки презентации доклада**

<b>Оценка</b>	<b>50-60 баллов (неудовлетворительно)</b>	<b>61-75 баллов (удовлетворительно)</b>	<b>76-85 баллов (хорошо)</b>	<b>86-100 баллов (отлично)</b>
<b>Критерии</b>	<b>Содержание критериев</b>			

<b>Раскрытие проблемы</b>	Проблема не раскрыта. Отсутствуют выводы	Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы	Проблема раскрыта. Проведен анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Не все выводы сделаны и/или обоснованы	Проблема раскрыта полностью. Проведён анализ проблемы с привлечением дополнительной литературы. Выводы обоснованы
<b>Представление</b>	Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины	Представляемая информация не систематизирована и/или не последовательна, использовано 1-2 профессиональных термина	Представляемая информация не систематизирована и последовательна. Использовано более 2 профессиональных терминов	Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Использовано более 5 профессиональных терминов
<b>Оформление</b>	Не использованы технологии Power Point. Больше 4 ошибок в представляемой информации	Использованы технологии Power Point частично. 3-4 ошибки в представляемой информации	Использованы технологии Power Point. Не более 2 ошибок в представляемой информации	Широко использованы технологии (Power Point и др.). Отсутствуют ошибки в представляемой информации
<b>Ответы на вопросы</b>	Нет ответов на вопросы	Только ответы на элементарные вопросы	Ответы на вопросы полные и/или частично полные	Ответы на вопросы полные, с приведением примеров и/или пояснений

### Критерии оценки (письменный ответ)

**100-86 баллов** - если ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой. Студент демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и

терминологией соответствующей научной области. Знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой. Логически корректное и убедительное изложение ответа.

**85-76 - баллов** - знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

**75-61 - балл** - фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определенно и последовательно изложить ответ.

**60-50 баллов** - незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.

### **Критерий оценки (устный ответ)**

**100-85 баллов** - если ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

**85-76 - баллов** - ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа. Однако допускается одна - две неточности в ответе.

**75-61 - балл** - оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа. Допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

**60-50 баллов** - ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы, слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности. Допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

### **Критерии оценки творческого задания, выполняемого на практическом занятии**

**100-86 баллов** выставляется, если студент/группа выразили своё мнение по сформулированной проблеме, аргументировали его, точно определив ее содержание и составляющие. Приведены данные отечественной

и зарубежной литературы, статистические сведения, информация нормативно - правового характера. Продемонстрировано знание и владение навыком самостоятельной исследовательской работы по теме исследования; методами и приемами анализа международно-политической практики. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет.

**85-76 - баллов** - работа студента/группы характеризуется смысловой цельностью, связностью и последовательностью изложения; допущено не более 1 ошибки при объяснении смысла или содержания проблемы. Для аргументации приводятся данные отечественных и зарубежных авторов. Продемонстрированы исследовательские умения и навыки. Фактических ошибок, связанных с пониманием проблемы, нет.

**75-61 балл** - проведен достаточно самостоятельный анализ основных этапов и смысловых составляющих проблемы; понимание базовых основ и теоретического обоснования выбранной темы. Привлечены основные источники по рассматриваемой теме. Допущено не более 2 ошибок в смысле или содержании проблемы.

**60-50 баллов** - если работа представляет собой пересказанный или полностью переписанный исходный текст без каких бы то ни было комментариев, анализа. Не раскрыта структура и теоретическая составляющая темы. Допущено три или более трех ошибок смыслового содержания раскрываемой проблемы.

### **Оценочные средства для текущей аттестации студентов**

Текущая аттестация студентов по дисциплине «Триботехника» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной.

Текущая аттестация по дисциплине «Триботехника» проводится в форме контрольных мероприятий – защита практических работ; предоставление конспекта; представление и защита докладов (как документ и как презентация); контрольные работы (оценивание усвоенных

теоретических знаний) – по оцениванию фактических результатов обучения студентов и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДФУ)

---

**ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**

**по дисциплине «Надежность технических систем и техногенный риск»**

**Направление подготовки 15.04.01 «Машиностроение»**

**магистерская программа «Оборудование и технология сварочного  
производства»**

**Форма подготовки очная**

**Владивосток  
2018**

# **Модуль 1. Основные методические положения теории надежности и техногенного риска.**

## **Лекция № 1**

### **Введение в дисциплину**

#### **«Надежность технических систем и техногенный риск»**

##### **План:**

1. Введение. Безопасность и устойчивость развития общества.
2. Природа и характеристика опасностей в техносфере.
  - 2.1 Техносфера. Техника. Техническая система.
  - 2.2 Определение опасности.
  - 2.3 Аксиомы о потенциальной опасности технических систем.
  - 2.4 Таксономия опасностей. Примеры таксономии.
  - 2.5 Алгоритм развития опасности и ее реализации.
3. Источники опасности, номенклатура, квантификация, идентификация опасностей.
  - 3.1 Пороговый уровень опасности.
  - 3.2 Показатели безопасности технических систем.

##### **Контрольные вопросы:**

1. Что такое безопасность?
2. Различие техники и технической системы.
3. Что такое опасность?
4. Сколько существует аксиом о потенциальных опасностях технических систем? В чем их сущность?
5. Что такое таксономия? Виды таксономии.
6. Последовательность развития опасности.
7. Приведите примеры источников опасности.
8. Методы обнаружения опасностей.
9. Чем характеризуется пороговый уровень воздействия опасности для технических систем?

10. Какие показатели безопасности технических систем существуют на сегодняшний день?

**Список литературы:**

1. Рыжкин А.А., Слюсарь Б.Н., Шучев К.Г. Основы теории надежности. Уч. пос. – Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2002.
2. Акимов В.А., Лапин В.Л., Попов В.М., Пучков В.А., Томаков В.И., под редакцией Фалеева М.И.: Надежность технических систем и техногенный риск: Уч. пособие, М.,2002г.

**Лекция № 2**

**Основные положения теории риска.**

**План:**

1. Понятие риска.
2. Классификация и характеристика видов риска.
  - 2.1 Источники и факторы индивидуального риска.
  - 2.2 Источники и факторы технического риска.
  - 2.3 Источники и факторы экологического риска.
  - 2.4 Источники и факторы социального риска.
3. Развитие риска на промышленных объектах.
  - 3.1 Приемлемый риск.
  - 3.2 Управление риском.
  - 3.3 Количественные показатели риска.
  - 3.4 Оценка и анализ риска. Понятие и место в обеспечении безопасности технических систем.
4. Моделирование риска.
  - 4.1 Моделирование индивидуального риска.
  - 4.2 Моделирование риска от аварий на пожароопасных и взрывоопасных объектах

**Контрольные вопросы:**

1. Что такое риск?

2. Различие видов риска.
3. Характеристика видов риска.
4. Что такое приемлемый риск?
5. Что является особенностью управления риском?
6. Как может быть определен риск количественно?
7. Что такое оценка риска? Сколько подходов существует для оценки риска?
8. Алгоритм анализа риска.
9. Как определяется вероятность возникновения аварии?
10. Как определяются опасности связанные с аварией?

#### **Список литературы:**

1. Акимов В.А., Лапин В. Л., Попов В. М., Пучков В. А., Томаков В. И., Фалеев М. И Надежность технических систем и техногенный риск Учебное пособие для вузов, 2002

2. Ветошкин А.Г. Надежность технических систем и техногенный риск: Учебное пособие. – Пенза: Изд-во ПГУАиС, 2003.

### **Лекция № 3**

#### **Надежность в технике.**

##### **План:**

1. Общие понятия (надежность, безотказность, долговечность, ремонтпригодность, сохраняемость).
2. Виды состояний (исправное, неисправное, работоспособное, неработоспособное, предельное, критерий предельного состояния).
3. Дефекты, повреждения, отказы (дефект, повреждение, отказ, критерий отказа, причина отказа, последствие отказа, критичность отказа, ресурсный, независимый, зависимый, внезапный, постепенный отказы, сбой, перемежающийся отказ, явный, скрытый, конструктивный, производственный, эксплуатационный, деградиационный отказы).

4. Временные понятия (наработка, наработка до отказа, наработка между отказами, время восстановления, ресурс, срок службы, срок сохраняемости, остаточный ресурс, назначенный ресурс, назначенный срок службы, назначенный срок хранения).

5. Техническое обслуживание и ремонт (техническое обслуживание, восстановление, ремонт, обслуживаемый объект, необслуживаемый объект, восстанавливаемый объект, невосстанавливаемый объект, ремонтируемый объект, неремонтируемый объект).

6. Показатели надежности (единичный показатель, комплексный показатель, расчетный показатель, экспериментальный показатель, эксплуатационный показатель, экстраполированный показатель).

7. Показатели безотказности (вероятность безотказной работы, гамма-процентная наработка до отказа, средняя наработка до отказа, средняя наработка на отказ, интенсивность отказов, параметр потока отказов, усредненный параметр потока отказов).

8. Показатели долговечности (гамма-процентный ресурс, средний ресурс, гамма-процентный срок службы, средний срок службы).

9. Показатели ремонтпригодности (вероятность восстановления, гамма-процентное время восстановления, среднее время восстановления, интенсивность восстановления, средняя трудоемкость восстановления).

10. Показатели сохраняемости (гамма-процентный срок сохраняемости, средний срок сохраняемости).

11. Комплексные показатели надежности (коэффициент готовности, коэффициент оперативной готовности, коэффициент технического использования. Коэффициент сохранения эффективности).

12. Резервирование (резерв, основной элемент, резервируемый элемент, резервный элемент, кратность резерва, дублирование, нагруженный резерв, облегченный резерв, ненагруженный резерв, общее резервирование, раздельное, постоянное резервирование, резервирование замещением, скользящее резервирование, смешанное резервирование, резервирование с

восстановлением, резервирование без восстановления, вероятность успешного перехода на резерв).

13. Нормирование надежности (нормирование надежности, нормируемый показатель надежности).

14. Обеспечение, определение и контроль надежности (программа обеспечения надежности, определение надежности, контроль надежности, расчетный метод определения надежности, расчетно-экспериментальный метод определения надежности, экспериментальный метод определения надежности).

15. Испытания на надежность (определяющие, контрольные, лабораторные, эксплуатационные, нормальные, ускоренные испытания на надежность, план испытаний на надежность, объем испытаний на надежность).

#### **Контрольные вопросы:**

1. По какой формуле определяют коэффициент готовности?
2. Как определяют вероятность безотказной работы объекта?
3. По какой формуле определяют среднюю наработку до отказа?
4. Формула определения интенсивности отказов?
5. Формула статистической оценки интенсивности отказов?
6. Как определяют параметр потока отказов?

#### **Список литературы:**

1. ГОСТ 27.002-89. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.
2. Надежность технических систем. Справочник /Ю.К. Беляев, В.А, Богатырев, В.В. Болотин и др. / под ред. И.А, Ушакова – М.: Радио и связь, 1985. – 608 с.

### **Лекция № 4**

#### **Роль внешних факторов, воздействующих на формирование отказов технических систем.**

**План:**

1. Свойства материалов (механические, электрические, магнитные и т.д.)
2. Внешние воздействия.
3. Ошибки персонала.
4. Классификация внешних воздействующих факторов.
  - 4.1 Воздействие температуры.
  - 4.2 Воздействие солнечной радиации.
  - 4.3 Воздействие влажности.
  - 4.4 Воздействие атмосферного давления.
  - 4.5 Воздействие ветра и гололеда.
  - 4.6 Воздействие примесей воздуха.
  - 4.7 Воздействие биологических факторов.
  - 4.8 Старение материалов.
  - 4.9 Факторы нагрузки

**Контрольные вопросы:**

1. С позиции энергоэнтропийной концепции, сколько можно выделить источников воздействия?
2. Какие процессы протекающие в материалах приводят к изменению их первоначальных свойств?
3. Какие внешние воздействия могут привести к отказам в технических системах?
4. Приведите примеры часто встречающихся ошибок персонала.
5. Сколько существуют видов тепловых воздействий? Какие?
6. Что такое фотолитический процесс?
7. Что такое деструкция и структурирование?
8. Как происходит процесс увлажнения материала и к чему это приводит?
9. Как влияет атмосферное давление на конструкционные материалы?

10. Для чего используют распределение Гудрича и уравнение М.Ф. Барштейна?
11. Как влияют примеси воздуха на конструкционные материалы?
12. Как влияют плесневые грибки на конструкционные материалы?
13. В чем заключается защита от грибковой плесени?
14. Классификация процессов старения.
15. Какие существуют причины механических повреждений элементов и систем?
16. Что такое коэффициент нагрузки?

#### **Список литературы:**

1. Акимов В.А., Лапин В. Л., Попов В. М., Пучков В. А., Томаков В. И., Фалеев М. И Надежность технических систем и техногенный риск Учебное пособие для вузов, 2002
2. Ветошкин А.Г. Надежность технических систем и техногенный риск: Учебное пособие. – Пенза: Изд-во ПГУАиС, 2003.

## **Модуль 2. Методы определения надежности систем.**

### **Лекция № 5**

#### **Методы оценки надежности. Понятие испытаний на надежность.**

##### **План:**

1. Периоды эксплуатации машины (простои, работа, ремонт).
2. Методы оценки надежности (экспериментальный, аналитический, статистический).
3. Понятие испытаний на надежность.
4. Классификация и унификация испытаний.
5. Характеристики, оцениваемые при испытании на надежность изделия.

##### **Контрольные вопросы:**

1. Как меняется работоспособность машины в различные периоды эксплуатации?
2. В чем отличие основных методов оценки надежности?
3. Что такое испытание?
4. На чем основаны унифицированные методы испытаний на надежность?
5. Сколько выделяют групп характеристик изделия?

#### **Список литературы:**

1. Акимов В. А., Лапин В. Л., Попов В. М., Пучков В. А., Томаков В. И., Фалеев М. И Надежность технических систем и техногенный риск Учебное пособие для вузов, 2002

### **Лекция № 6-7**

#### **Теоретические законы распределения отказов**

##### **План:**

1. Случайное событие.
2. Случайная величина (закон распределения случайной величины, функция распределения случайной величины, плотность распределения случайной величины).
3. Интенсивность отказов.
4. Основные законы распределения.
  - 4.1 Биноминальный закон.
  - 4.2 Закон Пуассона.
  - 4.3 Экспоненциальный закон.
  - 4.4 Гамма распределение.
  - 4.5 Распределение Вейбулла.
  - 4.6 Нормальное распределение.
  - 4.7 Усеченное нормальное распределение.
  - 4.8 Распределение Рэлея.
5. Выбор закона распределения отказов при расчете надежности

### **Контрольные вопросы:**

1. Что такое случайное событие, поток событий и случайный процесс?
2. Что такое случайная величина?
3. Интегральный закон распределения.
4. Дифференциальный закон распределения.
5. Формула интенсивности отказов.
6. В чем сущность биномиального закона распределения?
7. В чем сущность закона Пуассона?
8. В чем сущность экспоненциального закона?
9. В чем сущность гамма-распределения?
10. В чем сущность распределения Вейбула?
11. В чем сущность нормального распределения?
12. В чем сущность усеченного нормального распределения?
13. В чем сущность распределения Рэлея?
14. Как можно определить закон распределения отказов?

### **Список литературы:**

1. Акимов В. А., Лапин В. Л., Попов В. М., Пучков В. А., Томаков В. И., Фалеев М. И Надежность технических систем и техногенный риск Учебное пособие для вузов, 2002 .

## **Лекция № 8-12**

### **Инженерные методы исследования безопасности технических систем.**

#### **План:**

1. Качественные методы анализа системы.
2. Количественные методы анализа системы.
3. Порядок определения причин отказов и нахождения аварийного события при анализе состояния системы.
  - 3.1 Прямой анализ.
  - 3.2 Анализ с обратным порядком.
4. Предварительный анализ опасностей (ПАО).

- 4.1 Структура качественного исследования при ПАО.
- 5. Методы анализа надежности (основные и общетехнические).
  - 5.1 Классификация и характеристики методов анализа надежности.
  - 5.2 Использование методов для решения общих задач анализа надежности.
  - 5.3 Выбор метода анализа надежности.
- 6. Метод анализа и работоспособности (HAZAR AND OPERABILITY STUDY – HAZOP).
- 7. Методы проверочного листа (CHECK-LIST) и «что будет, если...?» («WHAT-IF»)
  - 7.1 Общий анализ опасностей. Карта общего анализа опасностей.
  - 7.2 Детальный анализ опасностей. Бланк детального анализа.
  - 7.3 Символика анализа опасностей.
- 8. Анализ видов и последствий отказов - FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA).
- 9. Анализ видов, последствий и критичности отказов FAILURE MODE, EFFECTS AND CRITICALITY ANALYSIS (FMECA).
- 10. Дерево отказов - FAULT TREE ANALYSIS (FTA).
- 11. Дерево событий – EVENT TREE ANALYSYS (ETA).
- 12. Дерево решений.

**Контрольные вопросы:**

- 1. В чем отличие качественного и количественного метода анализа риска?
- 2. В чем сущность ПАО?
- 3. К каким основным группам относятся методы анализа надежности?
- 4. Какие методы анализа надежности системы вам известны?
- 5. Как происходит выбор метода анализа надежности?
- 6. Достоинства исследования опасности и работоспособности HAZOP?
- 7. Какие ошибки следует учитывать при анализе надежности человеческого фактора?

8. В чем сходство и различие анализа видов и последствий отказов (FMEA) и анализа видов, последствий и критичности отказов (FMECA)?

9. В каких случаях применяют анализ дерева событий?

10. Достоинства и недостатки анализа дерева неисправностей.

### **Список литературы:**

1. ГОСТ 27.310-95. Надежность в технике. Анализ видов, последствий отказов.

2. ГОСТ Р 51901.5-2005. (МЭК 60300-3-1:2001). Менеджмент риска. Руководство по применению методов анализа надежности.

3. ГОСТ Р 51901.11 – 2005. (МЭК 61882:2001). Менеджмент риска. Исследование опасности и работоспособности. Прикладное руководство.

4. ГОСТ Р 51901.12 – 2007. (МЭК 60812:2006). Менеджмент риска. Метод анализа видов и последствий отказов.

5. ГОСТ Р 54142 – 10. Менеджмент рисков. Руководство по применению организационных мер безопасности и оценки рисков. Методология построения универсального дерева событий.

## **Модуль 3. Способы обеспечения безопасной эксплуатации технических систем.**

### **Лекция № 13**

#### **Системный подход к анализу возможных отказов.**

#### **План:**

1. Основные понятия:

1.1 Системный анализ.

1.2 Анализ возможных отказов.

1.3 Анализ процесса эксплуатации.

1.4 Составление перечня возможных отказов.

1.5 Взаимосвязь элементов и топография системы.

1.6 Работа в подготовительный период.

2. Выявление основных опасностей на ранних стадиях проектирования
3. Исследования в предпусковой период.
4. Исследование действующих систем.
5. Регистрация результатов исследования.
6. Содержание информационного отчета по безопасности процесса.
  - 6.1 Описание промышленной системы.
  - 6.2 Описание производственных процессов.
  - 6.3 Описание опасных веществ.
  - 6.4 Предварительный анализ опасностей.
  - 6.5 Описание элементов системы безопасности.
  - 6.6 Оценка возможного развития опасностей.
  - 6.7 Организационные мероприятия.
  - 6.8 Оценка последствий крупных производственных аварий.
  - 6.9 Планирование мер смягчения последствий аварий.
  - 6.10 Отчет перед местными органами власти.

**Контрольные вопросы:**

1. Что такое декомпозиция систем?
2. Что является возможным отказом системы?
3. Что позволяет получить анализ процесса эксплуатации?
4. Из чего состоит система?
5. Из каких этапов состоит подготовительная работа?
6. Структура информационного отчета по безопасности процесса.

**Список литературы:**

1. Акимов В. А., Лапин В. Л., Попов В. М., Пучков В. А., Томаков В. И., Фалеев М. И Надежность технических систем и техногенный риск Учебное пособие для вузов, 2002

**Лекция № 14**

**Организация и проведение экспертизы технических систем.**

**План:**

1. Причины, задачи и содержание экспертизы.
  - 1.1 Содержание этапов работ.
2. Организация экспертизы.
3. Подбор экспертов.
4. Экспертные оценки.
5. Опрос экспертов.
6. Оценка согласования суждений экспертов.

**Контрольные вопросы:**

1. На какие этапы делится экспертиза?
2. Что предусматривает экспертиза?
3. На основе каких индивидуальных характеристик экспертов определяется характеристика группы?
4. Какие существуют основные виды опроса?
5. В чем заключается простой метод ранжирования?
6. Что такое дисперсионный коэффициент конкордации?

**Список литературы:**

1. Акимов В. А., Лапин В. Л., Попов В. М., Пучков В. А., Томаков В. И., Фалеев М. И Надежность технических систем и техногенный риск Учебное пособие для вузов, 2002

**Лекция № 15**

**Способы обеспечения надежности.**

**План:**

1. Технологические способы обеспечения надежности изделий в процессе изготовлений.
2. Обеспечение надежности сложных технических систем в условиях эксплуатации.
3. Пути повышения надежности сложных технических систем при эксплуатации.

4. Организационно-технические методы по восстановлению и поддержанию надежности техники при эксплуатации.
5. Влияние системы обслуживания на надежность машин.

**Контрольные вопросы:**

1. Какие методы повышают конструктивную надежность сложной технической системы?
2. Сколько и какие методы применяют для статистического контроля качества?
3. Какими факторами определяется надежность технических систем в условиях эксплуатации?
4. Чему равна надежность всей системы?
5. Какие мероприятия проводят для надежности сложной технической системы в условиях эксплуатации?
6. Какие мероприятия следует проводить в процессе эксплуатации с целью поддержания надежности изделий на заданном уровне?

**Список литературы:**

1. Акимов В. А., Лапин В. Л., Попов В. М., Пучков В. А., Томаков В. И., Фалеев М. И Надежность технических систем и техногенный риск Учебное пособие для вузов, 2002

**Лекция № 16**

**Нормативные показатели безопасной эксплуатации технических систем.**

**План:**

1. Предельно допустимые выбросы.
2. Предельно допустимые сбросы
3. Экологический паспорт промышленного предприятия.
  - 3.1 Общие положения.
  - 3.2 Структура и содержание.

**Контрольные вопросы:**

1. Что такое максимально разовая ПДК?
2. Как осуществляется миграция вредных веществ в почве?
3. Из каких разделов состоит экологический паспорт?

#### **Список литературы:**

1. Акимов В. А., Лапин В. Л., Попов В. М., Пучков В. А., Томаков В. И., Фалеев М. И Надежность технических систем и техногенный риск Учебное пособие для вузов, 2002 .
2. ГОСТ 17.0.0.04-90. Экологический паспорт промышленного предприятия. Основные положения.

### **Лекция № 17**

#### **Мероприятия по обеспечению безопасности.**

##### **План:**

1. Классификация критически важных объектов по значимости.
  - 1.1 Объекты федерального уровня.
  - 1.2 Объекты субъектового уровня.
  - 1.3 Объекты территориального и муниципального уровня.
2. Классификация критически важных объектов по видам угроз.
3. Методы повышения безопасности технических систем и технологических процессов.
4. Методы повышения надежности нефтепромыслового оборудования.

##### **Контрольные вопросы:**

1. Каким образом можно предотвратить аварийные утечки?
2. Какое важное направление является в защите окружающей среды?
3. Как производится защита атмосферы от вредных веществ?
4. Что такое эковиозащитная техника?
5. Как осуществляется очистка паров?
6. На какие направления разделяют методы повышения надежности нефтепромыслового оборудования?

### **Список литературы:**

1. Акимов В. А., Лапин В. Л., Попов В. М., Пучков В. А., Томаков В. И., Фалеев М. И Надежность технических систем и техногенный риск Учебное пособие для вузов, 2002 .
2. ГОСТ Р 22.0.02-94. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий.

### **Лекция № 18**

#### **Правовые аспекты анализа риска и управление промышленной безопасностью.**

##### **План:**

1. Классификация промышленных объектов по степени опасности.
2. Оценка опасности промышленного объекта.
3. Требования к размещению промышленного объекта.
4. Система лицензирования.
5. Экспертиза промышленной безопасности.
6. Информирование государственных органов и общественность об опасностях и авариях.
7. Ответственность производителей.
8. Учет и расследование.
9. Участие органов местного самоуправления и общественности в процессах обеспечения промышленной безопасности.
10. Государственный контроль и надзор за промышленной безопасностью.

##### **Контрольные вопросы:**

1. Какой орган в РФ является ответственным за промышленную безопасность?

2. Что необходимо учитывать при проведении оценки опасности и составлении декларации безопасности на опасном промышленном объекте (ОПО)?
3. Каким путем можно ограничивать производственную деятельность ОПО?
4. В чем состоит основная задача контролирующих органов по отношению к ОПО?

**Список литературы:**

1. Акимов В. А., Лапин В. Л., Попов В. М., Пучков В. А., Томаков В. И., Фалеев М. И Надежность технических систем и техногенный риск Учебное пособие для вузов, 2002 .

**Практическое занятие № 1. Тест «Надежность в технике». (2 часа)**

1. Какая временная характеристика объекта обозначает наработку объекта от начала его эксплуатации до достижения предельного состояния:
  - a) - технический ресурс;
  - b) - суммарная наработка;
  - c) - срок службы;
  - d) - срок сохраняемости;
  - e) - эксплуатацией объекта.
  
2. Отказ, характеризующийся скачкообразным изменением значений одного или нескольких заданных параметров объекта, называется:
  - a) - зависимый отказ;
  - b) - независимый отказ;
  - c) - перемежающийся отказ (сбой);
  - d) - внезапный отказ;
  - e) - постепенный.

3. Как измеряется наработка:

- a) - в единицах времени;
- b) - в циклах;
- c) - в единицах выработки;
- d) - в других единицах;
- e) - во всех перечисленных.

4. На какое(-ие) состояние(-я) подразделяется фазовое пространство при исследовании надежности:

- a) - работоспособность;
- b) - отказ;
- c) - работоспособность и отказ;
- d) - исправность;
- e) - дефект.

5. Исправное состояние объекта это:

- a) - это такое состояние, при котором объект соответствует хотя бы одному требованию нормативно-технической и конструкторской документации;
- b) - состояние объекта до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта;
- c) - восстановление исправного или работоспособного состояний;
- d) - это такое состояние, при котором объект соответствует всем требованиям нормативно-технической и конструкторской документации;
- e) - вероятность того, что восстанавливаемый элемент окажется работоспособным в произвольный момент времени.

6. Дефект- это событие, заключающееся в :

- a) - в нарушении исправного состояния объекта;
- b) - в нарушении исправного состояния объекта, но сохраняющего его

работоспособность;

- с) - в работоспособном состоянии объекта значения всех параметров;
- д) - в работоспособности объекта в одних условиях, оставаясь исправным, но оказавшимся неработоспособным в других;
- е) - удовлетворении лишь тех требований нормативно-технической и конструкторской документации, выполнение которых обеспечивает нормальное применение объекта по назначению.

7. Показатель, характеризующий влияние степени надежности к максимально возможному значению этого показателя (т. е. соответствующему состоянию полной работоспособности всех элементов объекта), это:

- а) - нестационарный коэффициент оперативной готовности;
- б) - коэффициент сохранения эффективности;
- с) - коэффициент технического использования;
- д) - средний коэффициент оперативной готовности;
- е) - стационарный коэффициент оперативной готовности.

8. Отказ объекта, не обусловленный отказом другого объекта, называется:

- а) - зависимый отказ;
- б) - независимый отказ;
- с) - перемежающийся отказ (сбой);
- д) - внезапный отказ;
- е) - постепенный.

9. Если объект непрерывно сохраняет работоспособность в течение некоторой наработки или в течение некоторого времени, то данный объект имеет свойство:

- а) - долговечности;
- б) - сохраняемости;

- c) - долговечности и сохраняемости;
- d) - ремонтпригодности;
- e) – безотказности.

10. Из показателей долговечности и сохраняемости, средний ресурс между смежными капитальными ремонтами объекта, это:

- a) - средний ресурс до списания;
- b) - средний срок службы;
- c) - средний срок сохраняемости;
- d) - средний срок службы до списания;
- e) - средний ремонтный ресурс.

11. Эксплуатационная надежность обусловлена:

- a) - состоянием аппаратов;
- b) - качеством программного обеспечения (программ, алгоритмов действий, инструкций и т. д.);
- c) - качеством использования и обслуживания;
- d) - выполнением некоторой функции (либо комплекса функций), возлагаемых на объект, систему;
- e) - зависимостью от качества обслуживания объекта человеком-оператором.

12. Отказ объекта, обусловленный отказом другого объекта, называется:

- a) - зависимый отказ;
- b) - независимый отказ;
- c) - перемежающийся отказ (сбой);
- d) - внезапный отказ;
- e) - постепенный.

13. Переход объекта в предельное состояние влечет за собой:

- a) - возникновение дефекта;
- b) - только окончательное прекращение его эксплуатации;
- c) - временное или окончательное прекращение его эксплуатации;
- d) - только временное прекращение его эксплуатации;
- e) - снижение работоспособности объекта.

14. Какая надежность может подразделяться на надежность конструктивную, схемную, производственно-технологическую:

- a) - эксплуатационная;
- b) - функциональная;
- c) - программная;
- d) - надежность системы «человек-машина»;
- e) - аппаратурная.

15. Из показателей долговечности и сохраняемости, средний ресурс объекта от начала эксплуатации до его списания это:

- a) - средний ремонтный ресурс;
- b) - средний срок службы;
- c) - средний межремонтный срок службы;
- d) - средний ресурс до списания;
- e) - средний срок сохраняемости.

16. Ремонтпригодность характеризуется:

- a) - приспособленностью к предупреждению и обнаружению причин отказов, повреждений;
- b) - восстановлением работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонтов;
- c) - совокупностью технологичности при техническом обслуживании и ремонтной технологичности объектов;
- d) - а и б;

е) - а, б и в.

17. Какие бывают виды надежности:

а) - аппаратурная надежность, функциональная надежность, эксплуатационная надежность, программная надежность, надежность системы «человек-машина»;

б) - аппаратурная надежность, функциональная надежность, эксплуатационная надежность;

с) - аппаратурная надежность, функциональная надежность, эксплуатационная надежность, программная надежность, надежность системы «человек-машина», надежность системы «человек-оператор»;

д) - функциональная надежность, эксплуатационная надежность, программная надежность;

е) - надежность системы «человек-машина», надежность системы «человек-оператор».

18. Аппаратурная надежность, обусловлена:

а) - выполнением некоторой функции (либо комплекса функций), возлагаемых на объект, систему;

б) - качеством программного обеспечения (программ, алгоритмов действий, инструкций и т. д.);

с) - качеством использования и обслуживания;

д) - состоянием аппаратов;

е) - зависимостью от качества обслуживания объекта человеком-оператором.

19. Какая временная характеристика объекта обозначает календарную продолжительность эксплуатации объекта от ее начала или возобновления после капитального или среднего ремонта до наступления предельного состояния:

- a) - технический ресурс;
- b) - суммарная наработка;
- c) - срок службы;
- d) - срок сохраняемости;
- e) - эксплуатацией объекта.

20. Если объект непрерывно сохраняет исправное и работоспособное состояние в течение (и после) хранения и (или) транспортировки, то этот объект имеет свойство:

- a) - долговечности;
- b) - сохраняемости;
- c) - долговечности и сохраняемости;
- d) - ремонтпригодности;
- e) - безотказности.

21. Оценка опасности различных производственных объектов заключается в определении:

- a) - ошибочных действий операторов технических систем;
- b) - возникновения возможных чрезвычайных ситуаций, разрушительных воздействий пожаров и взрывов на эти объекты;
- c) - высокого энергетического уровня технических систем;
- d) - воздействия опасных факторов пожаров и взрывов на людей;
- e) - б и г.

22. Свойство объекта, заключающееся в приспособленности к предупреждению и обнаружению причин отказов, повреждений и восстановлению работоспособного состояния путем проведения технического обслуживания и ремонтов, называется:

- a) - долговечностью;
- b) - сохраняемостью;

- c) - долговечностью и сохраняемостью;
- d) - ремонтпригодностью;
- e) - безотказностью.

23. Причинами производственных отказов объектов являются процессы, события и состояния:

- a) - возникшие в результате нарушения установленных правил и (или) условий эксплуатации объекта;
- b) - возникшие в результате несовершенства или нарушения установленного процесса изготовления объекта;
- c) - появившиеся в результате несовершенства и нарушения установленных правил и (или) норм конструирования объекта;
- d) - появившихся дефектов объекта;
- e) - возникшие в результате несовершенства или нарушения установленного процесса изготовления, монтажа, наладки или ремонта объекта, если он выполнялся на ремонтном предприятии.

24. Заданная наработка - это:

- a) - математическое ожидание случайной наработки объекта до первого отказа;
- b) - наработка, в течение которой объект должен безотказно работать для выполнения своих функций;
- c) - отношение наработки восстанавливаемого объекта за некоторый период времени к математическому ожиданию числа отказов в течение этой наработки;
- d) - усредненное на заданном интервале времени значение нестационарного коэффициента готовности;
- e) - наработка, в течение которой объект не достигает предельного состояния с заданной вероятностью.

25. Показатели надежности – это:

- a) - количественные характеристики одного или нескольких свойств, составляющих надежность объекта;
- b) - качественные характеристики одного или нескольких свойств, составляющих надежность объекта;
- c) - количественные характеристики одного или нескольких свойств, составляющих элементы объекта;
- d) - качественные характеристики одного или нескольких свойств, составляющих элементы объекта;
- e) - качественные характеристики одного свойства, составляющего элементы объекта.

26. Критерием надежности называется признак, по которому можно:

- a) - количественно оценить надежность различных устройств;
- b) - качественно оценить надежность различных устройств;
- c) - количественно оценить вероятность безотказной работы различных устройств;
- d) - качественно оценить вероятность безотказной работы различных устройств;
- e) - количественно оценить отказ различных устройств.

27. Критериями надежности являются:

- a) - плотность распределения времени безотказной работы, частота отказов, интенсивность отказов ;
- b) - частота отказов, интенсивность отказов, вероятность безотказной работы
- c) - частота отказов, интенсивность отказов, средняя наработка до первого отказа, плотность распределения времени безотказной работы
- d) - вероятность безотказной работы, частота отказов, интенсивность отказов, средняя наработка до первого отказа.

28. Найдите факторы не влияющие на надежность объектов:

- a) - конструктивные;
- b) - производственные;
- c) - экономические;
- d) - эксплуатационные.

29. Какой из перечисленных факторов не относится к конструктивному:

- a) - выбор структурной и функциональной схем, способов резервирования и контроля;
- b) - определение материалов и комплектующих элементов;
- c) - выбор режимов и условий работы элементов в системе;
- d) - организация технологического процесса изготовления оборудования.**

30. По характеру воздействия на объект какие факторы можно подразделить на объективные и субъективные:

- a) - конструктивные;
- b) - эксплуатационные;
- c) - экономические;
- d) - производственные.

31. К климатическому фактору НЕ относится:

- a) - солнечная радиация;
- b) - коррозия;**
- c) - низкие и высокие температуры;
- d) - влажность воздуха.

32. Влияние какого климатического фактора может вызвать снижение электрической прочности изоляции:

- a) - пыльные бури;

- b) - туман;
- c) - метели;
- d) - низкая температура воздуха.

33. Повышение эксплуатационной надежности, обусловленной влиянием на нее человека, осуществляется путем:

- a) - отбора операторов;
- b) - приспособления техники к психофизиологическим особенностям человека-оператора в процессе ее проектирования;
- c) - тренировки и обучения операторов выполнения операций обслуживания;
- d) - всеми перечисленными.

34. Основными критериями надежности являются:

- a) - вероятность безотказной работы системы в течение времени  $t$ ; среднее время безотказной работы системы; интенсивность отказа системы в момент  $t$ ;
- b) - вероятность безотказной работы системы в течение времени  $t$ ; среднее время безотказной работы системы; плотность распределения времени до отказа;
- c) - вероятность безотказной работы системы в течение времени  $t$ ; интенсивность отказа системы в момент  $t$ ;
- d) - плотность распределения времени до отказа; вероятность безотказной работы системы в течение времени  $t$ ; интенсивность отказа системы в момент  $t$ ; среднее время безотказной работы системы;
- e) - вероятность безотказной работы системы в течение времени  $t$ ; плотность распределения времени до отказа.

**Практическое занятие № 2. Тест «Основные положения теории риска». (2 часа)**

1. Под риском следует понимать....

- ожидаемую частоту возникновения опасностей определенного класса;
- ожидаемую вероятность возникновения опасностей определенного класса;
- размер возможного ущерба (потерь, вреда) от нежелательного события;
- некоторую комбинацию вышеперечисленных величин;
- все вышеперечисленное.

2. Выберите основные виды риска:

- индивидуальный, технический, экологический, экономический;
- инженерный, модельный, социальный, экспертный;
- случайный, направленный, оправданный, неоправданный;
- физиологический, психологический, физический;
- индивидуальный, коллективный, экономический.

3. К какому виду риска относится данный источник риска (Повышенная опасность производства или природной среды):

- индивидуальный;
- экологический;
- физический;
- коллективный;
- экономический.

4. К какому виду риска относится данный источник риска (Техническое несовершенство, нарушение правил эксплуатации технических систем и объектов):

- физический;

- направленный;
- технический;
- производственный;
- экономический.

5. Индивидуальный риск определяется по формуле:

$$- R_u = \frac{\Delta R(t)}{R(f)};$$

$$- R_u = \frac{\Delta R(t)}{L(f)};$$

$$- R_z = \frac{P(t)}{L(f)};$$

$$- R_z = \frac{\Delta L(f)}{P(t)};$$

$$- R_u = \frac{\Delta P(t)}{L(f)}.$$

6. Наиболее распространенный фактор риска смерти от источника индивидуального риска (виктимность):

- наследственно-генетические, психосоматические заболевания, старение;
- совокупность личностных качеств человека как жертвы потенциальных опасностей;
- курение, употребление алкоголя, наркотиков, иррациональное питание;
- некачественные воздух, вода, продукты питания; вирусные инфекции, бытовые травмы, пожары;
- опасные и вредные производственные факторы.

7. Наиболее распространенный фактор риска смерти от источника индивидуального риска (Внутренняя среда организма человека):

- наследственно-генетические, психосоматические заболевания, старение;
- совокупность личностных качеств человека как жертвы потенциальных опасностей;
- курение, употребление алкоголя, наркотиков, иррациональное питание;
- некачественные воздух, вода, продукты питания, вирусные инфекции, бытовые травмы, пожары;
- опасные и вредные производственные факторы.

8. Наиболее распространенный фактор риска смерти от источника индивидуального риска (Окружающая природная среда):

- аварии и катастрофы транспортных средств, их столкновения с человеком;
- опасности, обусловленные любительским спортом, туризмом, другими увлечениями;
- курение, употребление алкоголя, наркотиков, иррациональное питание;
- некачественные воздух, вода, продукты питания; вирусные инфекции, бытовые травмы, пожары;
- землетрясение, извержение вулкана, наводнение, оползни, ураган и другие стихийные бедствия.

9. Экологический риск определяется по формуле:

$$R_{\text{э}} = \frac{\Delta \text{Э}}{\text{Э}} ;$$

$$R_{\text{э}} = \frac{\Delta \text{Э}(f)}{\text{Э}(t)} ;$$

$$R_{\text{э}} = \frac{\Delta R(t)}{R(f)} ;$$

$$- R_{\mathcal{E}} = \frac{\Delta \mathcal{E}(t)}{\mathcal{E}} ;$$

$$- R_{\mathcal{E}} = \frac{\mathcal{E}(t)}{\mathcal{E}(t)} .$$

10. Наиболее распространенный фактор экологического риска от источника экологического риска (Антропогенное вмешательство в природную среду):

- загрязнение водоемов, атмосферного воздуха вредными веществами, почвы отходами производства;
- энергетическое загрязнение биосферы;
- землетрясение, извержение вулканов, наводнение, ураган, ландшафтный пожар, засуха;
- разрушение ландшафтов при добыче полезных ископаемых; образование искусственных водоемов; интенсивная мелиорация; истребление лесных массивов;
- изменение газового состава воздуха.

11. Социальный риск определяется по формуле:

$$- R_C = \frac{1000(C_2 - C_1)}{L} ;$$

$$- R_C = \frac{1000(C_1 + C_2)}{L \cdot N} ;$$

$$- R_C = \frac{1000(C_2 - C_1)}{L} \cdot (t) ;$$

$$- R_C = \frac{1000(C_1 - C_2)}{L \cdot N} \cdot (t) ;$$

$$- R_C = \frac{1000(C_2 - C_1)}{L \cdot N} \cdot (t) .$$

12. Экономический риск определяется по формуле:

$$- R_{\text{Э}} = \frac{B}{\Pi} \cdot 100 ;$$

$$- R_{\text{Э}} = \frac{\Pi}{B} \cdot 100 ;$$

$$- R_{\text{Э}} = \frac{B \cdot k}{\Pi} \cdot 100 ;$$

$$- R_{\text{Э}} = \frac{B}{\Pi} ;$$

$$- R_{\text{Э}} = \frac{\Pi}{B} .$$

13. Риск возникает при следующих необходимых и достаточных условиях:

- существование фактора риска (источника опасности); присутствие данного фактора риска в определенной, опасной (или вредной) для объектов воздействия дозе; подверженность (чувствительность) объектов воздействия к факторам опасностей;
- существование фактора риска (источника опасности); наличие объекта, который подвергается риску;
- существование фактора риска (источника опасности); присутствие данного фактора риска в определенной, опасной (или вредной) для объектов воздействия дозе;
- существование фактора риска (источника опасности); подверженность (чувствительность) объектов воздействия к факторам опасностей.
- существование фактора риска (источника опасности), объекта риска, прямой взаимосвязи между ними.

14. Анализ риска должен дать ответы на основные вопросы:

- что плохого может произойти?; Где это произойдет?; Какие могут быть последствия?;

- что плохого может произойти?; Какие могут быть последствия?;
- что плохого может произойти?; Как часто это может случаться?; Какие могут быть последствия?;
- что плохого может произойти?; Какая вероятность этого?; Какие могут быть последствия?;
- что плохого может произойти?; Какая вероятность этого?.

15. Основной элемент анализа риска – это...

- анализ частоты возникновения опасности;
- анализ последствий возникновения опасности (масштабы разрушений, количество раненых и погибших);
- планирование и организация работ;
- идентификация опасности (обнаружение возможных нарушений), которые могут привести к негативным последствиям;
- анализ неопределенностей.

16. Идентификация опасностей включает в себя:

- выявление опасностей;
- предварительную оценку характеристик опасностей;
- анализ неопределенностей; анализ частоты; анализ последствий;
- выявление опасностей; предварительную оценку характеристик опасностей; анализ неопределенностей;
- выявление опасностей; предварительную оценку характеристик опасностей.

17. Оценка риска включает в себя:

- выявление опасностей; предварительную оценку характеристик опасностей; анализ неопределенностей;
- анализ неопределенностей; анализ частоты; анализ последствий;
- выявление опасностей; анализ вероятности; анализ последствий;

- анализ вероятности; анализ последствий; анализ неопределенностей;
- выявление опасностей; анализ вероятности; анализ последствий; анализ неопределенностей.

18. Процесс анализа риска может быть представлен как ряд последовательных событий:

- планирование и организация работ; идентификация опасностей; оценка риска; разработка рекомендаций по управлению риском;
- идентификация опасностей; разработка рекомендаций по уменьшению риска;
- идентификация опасностей; оценка риска;
- идентификация опасностей; оценка риска; разработка рекомендаций по управлению риском;
- планирование и организация работ; идентификация опасностей; оценка риска.

19. Экспертный подход к определению риска опирается на:

- статистику и расчет;
- построение экспериментальных моделей;
- опрос опытных специалистов и экспертов;
- опрос населения;
- статистику, расчет, опрос опытных специалистов и экспертов.

20. Модель управления риском состоит из этапов:

- характеристика риска, определение приемлемости риска, определение пропорции контроля, принятие регулирующего решения;
- идентификация риска, характеристика риска, определение приемлемости риска, принятие регулирующего решения;
- идентификация риска, определение приемлемости риска, определение пропорции контроля, принятие регулирующего решения;

- идентификация риска, определение приемлемости риска, принятие регулирующего решения;
- характеристика риска, определение приемлемости риска, принятие регулирующего решения.
- область, где минимальны затраты на безопасность.

21. Количественно риск может быть определен как:

- частота реализации опасности или математическое ожидание величины нежелательных последствий;
- математическое ожидание величины нежелательных последствий;
- мера возможности наступления риска;
- математическое ожидание величины нежелательных последствий или мера возможности наступления риска;
- частота реализации опасности.

### **Практическое занятие № 3, 4, 5. Расчетное задание №1. (6 часов)**

1. Определение максимальной концентрации паров растворителя в приземном слое атмосферы.
2. Определение опасной скорости ветра, при которой концентрация паров растворителя в приземном слое будет максимальной.
3. Расчет риска возникновения немедленных токсических эффектов и риска возникновения хронических заболеваний для населения, проживающего вблизи предприятия.
4. Написание рекомендаций по уменьшению экологического риска для населения.

В производственном процессе используется растворитель. Загрязненный воздух проходит предварительную очистку и выбрасывается в атмосферу через общую трубу. Труба установлена снаружи здания.

Данные для решения задачи приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Варианты заданий.

Вариант	Тип растворителя	ПДК <sub>м.р.</sub> , мг/м <sup>3</sup>	ПДК <sub>с.с.</sub> , мг/м <sup>3</sup>	Класс опасности	выбрасываемого растворителя, (М)	Высота трубы, (Н <sub>тр</sub> ) м	Диаметр устья трубы (Д) мм	составляющая скорости выброса из	Высота здания (H <sub>зд.</sub> ), м	Длина здания (L <sub>зд.</sub> ), м
1	Ацетатный	0,5	0,1	3	120	15,0	250	10	10	30
2	Бутилформиатный	0,3	0,1	3	100	15,0	300	12	12	36
3	Ацетонэфирный	0,12	0,04	4	50	16,0	200	11	10	50
4	Эфирноацетоновый	0,07	0,02	4	12	17,0	200	9	12	36
5	Мебельный (по толуолу)	0,09	0,02	3	50	18,0	250	12	12	60
6	Бутилформиатный	0,3	0,1	3	150	19,0	300	10	15	75
7	Ацетатный	0,5	0,1	3	300	22,0	250	11	15	80
8	Эфирноацетоновый	0,07	0,02	4	50	17,5	200	10	10	90
9	Бутилформиатный	0,3	0,1	3	105	18,0	250	9	12	60
10	Мебельный (по толуолу)	0,09	0,02	3	48	16,0	300	12	12	60
11	Ацетатный	0,5	0,1	3	95	19,0	220	9	15	46
12	Бутилформиатный	0,3	0,1	3	80	15,0	300	11	12	37
13	Ацетонэфирный	0,12	0,04	4	40	18,0	300	11	12	48
14	Эфирноацетоновый	0,07	0,02	4	25	16,0	330	12	11	33
15	Мебельный (по толуолу)	0,09	0,02	3	65	16,0	300	10	10	70
16	Бутилформиатный	0,3	0,1	3	95	16,5	200	10	11	55
17	Ацетатный	0,5	0,1	3	280	21,0	250	9	12	72
18	Эфирноацетоновый	0,07	0,02	4	20	15,0	300	12	10	30
19	Бутилформиатный	0,3	0,1	3	110	18,0	250	10	12	48
20	Мебельный (по толуолу)	0,09	0,02	3	35	19,0	320	12	15	45

### Рассеивание выбросов в атмосфере

Согласно ОНД-90 «Методика расчета концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» [11], в зависимости от расположения и организации выбросов, источники загрязнения атмосферы подразделяются на: затененные, незатененные, линейные, точечные.

*Точечные источники загрязнения* сконцентрированы в одном месте (выбросные трубы).

*Линейные источники загрязнения* имеют значительную протяженность в направлении, перпендикулярном ветру (аэрационные фонари, открытые окна). *Незатененные источники загрязнения* – высокие трубы, расположенные в недеформированном потоке ветра, выбросы загрязняющих веществ удаляются на высоту  $H_{\text{тр}} > 2,5 H_{\text{зд}}$ .

*Затененные источники загрязнения* – выбросы удаляются на высоту  $H_{\text{тр}} \leq 2,5 H_{\text{зд}}$  и попадают в аэродинамическую зону ( $H_{\text{тр}}$  - высота трубы,  $H_{\text{зд}}$  - высота здания).

### **Затененные источники выброса.**

- 1. Максимальная концентрация вредных веществ в приземном слое на заводской площадке при выбросе загрязняющих веществ через низкие трубы*** находится по формуле:

$$C_m = \frac{0,530 \cdot M \cdot \varphi \cdot E \cdot k_{\text{ат}}}{D \cdot w_r \cdot H_{\text{зд}}}, [\text{мг} / \text{м}^3] \quad (1)$$

где:  $M$  - масса вредного выбрасываемого вещества в атмосферу в единицу времени мг/с;

$\varphi$  – коэффициент скорости, учитывающий поле скоростей над зданием (табл.П.1.1);

$k_{\alpha T}$  – коэффициент, учитывающий максимальное изменение концентраций в зависимости от отношения длины здания ( $L_{зд.}$ ) к высоте здания ( $H_{зд.}$ ), (табл.П.1.2);

$E$  – безразмерный коэффициент, зависящий от относительного коэффициента  $\bar{h}$  (табл.П.1.1);

$D$  – диаметр устья трубы, м;

$w_T$  - вертикальная составляющая скорости выброса загрязненного воздуха из трубы, м/с;

$\bar{h}$  - относительный коэффициент:

$$\bar{h} = \frac{H_{мп.} - H_{зд.}}{H_{зд.}} \quad (2)$$

Таблица П.1.1 Зависимость коэффициента  $\varphi$  и  $E$  от  $\bar{h}$

$\bar{h}$	0	0,25	0,5	0,75	1,0	1,2
$\varphi$	0,8	1,0	1,1	1,2	1,4	1,4
$E$	1,11	0,83	0,59	0,4	0,26	0,18

Таблица П.1.2 Зависимость коэффициента  $k_{\alpha T}$  от  $L_{зд.}$  и  $H_{зд.}$

$L_{зд.}/H_{зд.}$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$k_{\alpha T}$	1,2	1,3	1,15	1,0	0,8	0,65	0,5	0,35	0,28	0,23

**2. Опасная скорость ветра при затененных источниках выброса ( $v_m$ ), м/с:**

$$v_m = 1,5 \cdot \varphi \cdot \sqrt[3]{\frac{Q}{H_{зд}}}, \text{ м/с} \quad (3)$$

где: Q – объем газо-воздушной смеси, выбрасываемой из труб, м<sup>3</sup>/с

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot w_r, \text{ м}^3/\text{с} \quad (4)$$

### **3. Оценка риска здоровья населения при загрязнении атмосферы. Рекомендации по уменьшению риска.**

1. Оценка риска возникновения немедленных токсических эффектов проводится по методике, описанной в [4]

Вероятность токсического воздействия вредного вещества на человека (*Prob*) в соответствии с классом опасности определяется по следующим уравнениям:

$$\text{1-й класс} \quad Prob = -9,15 + 11,66 \lg(C/\text{ПДК}_{\text{м.р}}) \quad (5)$$

$$\text{2-й класс} \quad Prob = -5,51 + 7,49 \lg(C/\text{ПДК}_{\text{м.р}}) \quad (6)$$

$$\text{3-й класс} \quad Prob = -2,35 + 3,73 \lg(C/\text{ПДК}_{\text{м.р}}) \quad (7)$$

$$\text{4-й класс} \quad Prob = -1,41 + 2,33 \lg(C/\text{ПДК}_{\text{м.р}}) \quad (8)$$

где: C – средняя концентрация вещества в атмосферном воздухе населенных мест за оценочный период, мг/м<sup>3</sup>.

Перевод *Prob* в *Risk* осуществляется по табл. П.1.3

Таблица П.1.3 Таблица нормального вероятностного распределения

<i>Prob</i>	<i>Risk</i>	<i>Prob</i>	<i>Risk</i>	<i>Prob</i>	<i>Risk</i>	<i>Prob</i>	<i>Risk</i>
-3,0	0,001	-1,1	0,136	0,0	0,50	1,1	0,864
-2,5	0,006	-1,0	0,157	0,1	0,540	1,2	0,885
-2,0	0,023	-0,9	0,184	0,2	0,579	1,3	0,903

-1,9	0,029	-0,8	0,212	0,3	0,618	1,4	0,919
-1,8	0,036	-0,7	0,242	0,4	0,655	1,5	0,933
-1,7	0,045	-0,6	0,274	0,5	0,692	1,6	0,945
-1,6	0,055	-0,5	0,309	0,6	0,726	1,7	0,955
-1,5	0,067	-0,4	0,345	0,7	0,758	1,8	0,964
-1,4	0,081	-0,3	0,382	0,8	0,788	1,9	0,971
-1,3	0,097	-0,2	0,421	0,9	0,816	2,0	0,977
-1,2	0,115	-0,1	0,460	1,0	0,841	2,5	0,994
						3,0	0,999

Для расчета эффектов, связанных с длительным (хроническим) воздействием вредных веществ, используется информация об их среднегодовых концентрациях.

Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе рассчитываются по данным «Ежегодников о состоянии загрязнения воздуха городов и промышленных центров» за несколько лет, но не менее чем за два года.

В случае отсутствия данных о среднегодовых концентрациях согласно методике, описанной в литературе [10], обычно принимают значение среднегодовой концентрации на один порядок меньше максимальной разовой.

$$C_{\Gamma} = 0,1 * C_{\text{м.р.}} \quad (9)$$

Согласно методике, приведенной в литературе [10], для расчета вероятного времени наступления токсических эффектов можно

воспользоваться уравнением, основанном на принятой в нашей стране системе регламентирования химических веществ в воздухе населенных мест:

$$\lg T = \lg T_0 + \lg \left( \frac{C}{\text{ПДК}_r} \right)^b, \quad (10)$$

где  $T$  — вероятное время наступления токсического эффекта;

$T_0$  — расчетное время гарантированного ( $p < 0,05$ ) отсутствия токсического эффекта, на которое разрабатывается норматив (25 лет);

$\text{ПДК}_r = 0,2 * \text{ПДК}_{с.с.}$  — гигиенический регламент;

$b$  — коэффициент изоэффективности, учитывающий особенности токсических свойств вещества (определяется в соответствии с классом опасности вещества).

Рекомендуемые значения коэффициента  $b$  на расчетный срок (25 лет), в зависимости от класса опасности, позволяет предложить следующие его значения для использования в уравнении (10):

**1-й класс — 2,40;**

**2 класс — 1,31;**

**3 класс — 1,00;**

**4 класс — 0,86.**

Независимо от класса опасности **при концентрации меньше ПДК**, коэффициент  $b=1,00$ .

### **Пример решения задачи 1**

**Дано:** В производственном процессе используется растворитель. Загрязненный воздух проходит предварительную очистку и выбрасывается в атмосферу через общую трубу. Труба установлена снаружи здания.

ДАНО:

1. Тип растворителя – мебельный (по толуолу);
2. ПДК<sub>м.р.</sub> – 0,09 мг/м<sup>3</sup>;
3. ПДК<sub>с.с.</sub> – 0,02 мг/м<sup>3</sup>;
4. Класс опасности растворителя – 3-й;
5. Масса выбрасываемого растворителя (М)– 30 мг/с;
6. Высота трубы (Н<sub>тр</sub>) – 23,0 м;
7. Диаметр устья трубы (Д) – 200 мм;
8. Вертикальная составляющая скорости выброса паров растворителя из устья трубы – 12 м/с;
9. Высота здания (Н<sub>зд.</sub>) – 15 м;
10. Длина здания (L) – 45 м.

ТРЕБУЕТСЯ ОПРЕДЕЛИТЬ:

1. Максимальную концентрацию паров растворителя в приземном слое атмосферы (С<sub>т</sub>).
2. Опасную скорость ветра (V<sub>т</sub>), при которой концентрация паров растворителя в приземном слое будет максимальной.
3. Риск возникновения немедленных токсических эффектов и риск возникновения хронических заболеваний для населения, проживающего вблизи предприятия.
4. Дать рекомендации по уменьшению экологического риска для населения.

Решение

По условию задачи выбросы из источника загрязнения можно отнести к **затененным** (выбросы удаляются на высоту  $H_{тр} \leq 2,5 H_{зд}$  и попадают в аэродинамическую зону).

**1. Максимальная концентрация вредных веществ в приземном слое на заводской площадке при выбросе загрязняющих веществ через низкие трубы** находится по формуле (1) прил.1:

$$C_m = \frac{0,530 \cdot M \cdot \varphi \cdot E \cdot k_{ат}}{D \cdot w_r \cdot H_{зд}}, [мг / м^3]$$

$\bar{h}$  - относительный коэффициент, который можно рассчитать по зависимости (2) прил.1:

$$\bar{h} = \frac{H_{тр} - H_{зд}}{H_{зд}} = \frac{23 - 15}{15} \approx 0,5$$

$$C_m = \frac{0,530 \cdot 30 \cdot 1,1 \cdot 0,59 \cdot 1,15}{0,2 \cdot 12 \cdot 15} = 0,329 \text{ мг} / \text{м}^3$$

**2. Опасная скорость ветра при затененных источниках выброса** ( $v_m$ ) определяется по формулам (3) и (4) прил.1:

$$v_m = 1,5 \cdot \varphi \cdot \sqrt[3]{\frac{Q}{H_{зд}}} = 1,5 \cdot 1,1 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,38}{15}} \approx 0,5 \cdot м / с$$

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot w_r = \frac{3,14 \cdot 0,2^2}{4} \cdot 12 = 0,38, м^3 / с$$

**3. Оценка риска возникновения немедленных токсических эффектов.**

Вероятность токсического воздействия вещества 3 класса опасности определяются по уравнению(7) прил.1:

$$Prob = -2,35 + 3,73 \lg(C/ПДК_{м.р})$$

$$Prob = -2,35 + 3,73 \lg(0,329/0,09) = -0,25$$

Перевод *Prob* в *Risk* может быть осуществлен по табл. П.1.3.

Т.к. в таблице нет искомого значения *Prob* применим метод интерполяции ближайшие значения *Prob* -0,2 и -0,3 для них *Risk*=0,421 и 0,382 соответственно. Следовательно значение искомого риска составит

$$Risk = 0,382 - \frac{0,421 - 0,382}{-0,2 - (-0,3)} \cdot (-0,25 - (-0,3)) = 0,402$$

Для расчета вероятного времени наступления токсических эффектов от накопленной суммарной дозы при оценке кратности превышения ПДК<sub>г</sub> воспользуемся уравнением (10) прил.1:

$$\lg T = \lg T_0 - \lg \left( \frac{C_z}{ПДК_g} \right)^b,$$

$$\lg T = \lg 25 - \lg (0,0329/0,004)^{1,0} = 1,40 - 0,92 = 0,48$$

$$T = 10^{0,48} \approx 3 \text{ года}$$

где *T* — вероятное время наступления токсического эффекта;

***T*<sub>0</sub> = 25 лет** — расчетное время гарантированного (*p* < 0,05) отсутствия токсического эффекта, на которое разрабатывается норматив;

$C_2$  — осредненная концентрация вещества в атмосферном воздухе населенных мест за оцениваемый период принимается равной  $C_2=0,1C_m$ ;

$$C_2=0,1*0,329=0,0329 \text{ мг/м}^3$$

$ПДК_r = 0,2*ПДК_{с.с.}=0,2*0,02=0,004 \text{ мг/м}^3$  — гигиенический регламент;

$b=1,0$  — коэффициент изоэффективности для веществ 3 класса опасности.

4. В рассматриваемой ситуации экологический риск неоправданно высок, так как у населения присутствует риск возникновения немедленных токсических эффектов и время наступления хронического токсического эффекта значительно меньше 25 лет. Необходимо принять меры по улучшению экологической ситуации.

Рекомендации: установить дополнительную систему очистки; модернизировать производство с тем, чтобы уменьшить массу выбрасываемого вещества, Все эти мероприятия потребуют достаточно больших инвестиций в производство, однако в данном случае приоритетным является здоровье населения.

### **Практическое занятие № 6,7,8. Расчетное задание №2. (6 часов)**

1. Определение глубины зоны заражения через 2 часа после аварии.
2. Определение поражающего действия АХОВ.
3. Определение времени подхода АХОВ к поселению, времени полного заражения поселения.
4. Определение площади зоны возможного заражения и площади фактического заражения.
5. Определение вида зоны возможного заражения.
6. Определение возможной потери людей.

Определить размеры зон заражения при аварии на химически опасном объекте, приведшей к разгерметизации емкости с активным химически опасным веществом (АХОВ) и возможные потери среди населения, оказавшегося в зоне заражения. В результате разгерметизации всё содержимое емкости свободно вылилось на подстилающую поверхность.

Заданы: тип и количество вылившегося АХОВ, метеоусловия на момент аварии, расстояние от места аварии до поселения, протяженность поселения по направлению ветра. Ветер направлен в сторону поселения.

Таблица 2 - Варианты задачи.

№ варианта	АХОВ (аварийно-химически опасное вещество)	Количество разлившегося при аварии вещества, $Q_0$ , т	Температура воздуха, $^{\circ}\text{C}$	Скорость ветра, $V$ , м/с	Вертикальная устойчивость воздуха	Расстояние от места аварии до поселения, $X$ , м	Протяженность поселения по оси ветра, $X^1$ , м
1	Аммиак (изотермическое хранение)	40	20	1	инверсия	2000	1000
2	Хлор	93	0	2	изотермия	3000	1500
3	Метилмеркаптан	52	20	3	инверсия	2500	1800
4	Формальдегид	48	20	4	изотермия	1500	2000
5	Сернистый ангидрид	86	0	1	инверсия	2000	1000
6	Сероводород	57	-20	2	изотермия	2500	1500
7	Хлорциан	73	20	3	инверсия	3000	1800
8	Триметиламин	40	20	4	изотермия	1500	2500

9	Формальдегид	46	0	1	инверсия	2000	2000
10	Фосген	87	20	2	изотермия	3000	1600
11	Метилхлористый	58	-20	3	инверсия	2500	1800
12	Хлор	90	-20	4	изотермия	1500	1000
13	Метиламин	41	20	1	инверсия	2000	1500
14	Хлорциан	73	20	2	изотермия	2500	1800
15	Диметиламин	40	20	3	инверсия	3000	2000
16	Аммиак (изотермическое хранение)	40	0	4	изотермия	1500	1000
17	Хлор	90	-20	1	инверсия	2000	1500
18	Метилмеркаптан	50	20	2	изотермия	3000	1800
19	Формальдегид	45	0	3	инверсия	2500	2500
20	Сернистый ангидрид	80	20	4	изотермия	1500	2000

**Определение размеров зон заражения при авариях на ХОО и транспорте**

[11].

**Общие положения**

Методика распространяется на случай выброса АХОВ в атмосферу в газообразном, парообразном или аэрозольном состоянии.

Масштабы заражения АХОВ в зависимости от их физических свойств и агрегатного состояния рассчитываются по первичному и вторичному облаку, например:

- для сжиженных газов – отдельно по первичному и вторичному облаку;
- для сжатых газов – только по первичному облаку;
- для ядовитых жидкостей, с температурой кипения выше температуры окружающей среды – только по вторичному облаку.

Ёмкости, содержащие АХОВ, при авариях разрушаются полностью. Толщина слоя жидкости АХОВ ( $h$ ), разлившейся **свободно** на подстилающую поверхность, принимается  $h = 0,05$  м по всей площади разлива.

**АХОВ** – это химическое вещество, применяемое в народнохозяйственных целях, которое при выливе или выбросе может приводить к заражению воздуха с поражающими концентрациями.

**Зона заражения АХОВ** – территория, заражённая АХОВ в опасных для жизни людей пределах.

**Под прогнозированием** масштаба заражения АХОВ понимается определение глубины и площади зоны заражения АХОВ.

**Под аварией** понимается нарушение технологических процессов на производстве, повреждение трубопроводов, ёмкостей, хранилищ, транспортных средств при осуществлении перевозок и т.п., приводящие к выбросу АХОВ в атмосферу в количествах, представляющих опасность массового поражения людей и животных.

**Под разрушением химически опасного объекта** следует понимать его состояние в результате катастроф и стихийных бедствий, приведших к полной разгерметизации всех ёмкостей и нарушению технологических коммуникаций.

**Химически опасный объект народного хозяйства** – объект, при аварии которого или разрушении которого могут произойти массовые поражения людей, животных и растений АХОВ.

**Первичное облако** – облако АХОВ, образующееся в результате мгновенного (1 – 3 мин.) перехода в атмосферу части содержимого ёмкости АХОВ при её разрушении.

**Вторичное облако** – облако АХОВ, образующееся в результате испарения разлившегося вещества с подстилающей поверхности.

**Пороговая токсодоза** – ингаляционная токсодоза, вызывающая начальные симптомы поражения.

**Под эквивалентным количеством АХОВ** понимается такое количество хлора, масштаб заражения которым при инверсии эквивалентен масштабу заражения при данной степени вертикальной устойчивости воздуха количеством данного вещества, перешедшим в первичное (вторичное) облако.

**Площадь зоны фактического заражения АХОВ** – площадь территории, заражённой АХОВ в опасных для жизни концентрациях.

**Площадь зоны возможного заражения АХОВ** – площадь территории, в пределах которой под воздействием направления ветра может перемещаться облако АХОВ.

### **Прогнозирование глубины зон заражения АХОВ**

Расчёт глубин зоны заражения АХОВ ведётся с помощью данных, приведённых в таблицах П-2.2, П-2.4, П-2.5, П-2.6.

Значение глубины зоны заражения при аварийном выбросе (разливе) АХОВ определяется по таблицам П-2.4 и П-2.5 в зависимости от количественных характеристик выброса и скорости ветра.

### **Определение количественных характеристик выброса АХОВ**

Количественные характеристики выброса АХОВ для расчёта масштабов заражения определяются по их эквивалентным значениям.

Эквивалентное количество вещества по первичному облаку (тонны) определяется по формуле:

$$Q_{э1} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot Q_0 \quad (11)$$

где:  $Q_0$  – количество выброшенного (разлившегося) при аварии вещества, т;  
 $K_1$  – коэффициент, зависящий от условий хранения АХОВ, табл. П-2.5;  
 $K_3$  – коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе другого АХОВ (табл.П-2.5);  
 $K_5$  – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости воздуха, принимается равным для инверсии **1**, для изотермии **0,23**;  
 $K_7$  – коэффициент, учитывающий влияние  $t$  воздуха, табл. П-2.5.

Определение эквивалентного количества вещества по вторичному облаку.

Эквивалентное количество вещества по вторичному облаку рассчитывается по формуле:

$$Q_{э2} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot \frac{Q_0}{h \cdot d} \quad (12)$$

где:  $K_2$  – коэффициент, зависящий от физико-химических свойств АХОВ (табл. П-2.5);  $K_4$  – коэффициент, учитывающий скорость ветра (табл. П-2.6);  
 $K_6$  – коэффициент, зависящий от времени, прошедшего после начала аварии  $N$ .

Значение коэффициента  $K_6$  определяется после расчёта продолжительности испарения вещества  $T$  формула (18):

$$K_6 = \begin{cases} N^{0,8} & \text{при } N < T; \\ T^{0,8} & \text{при } N \geq T; \end{cases}$$

При  $T < 1$  часа,  $K_6$  принимается для 1 часа.

$d$  – плотность АХОВ, т/м<sup>3</sup> (табл. П-2.5);  $h$  – толщина слоя АХОВ, м.

Расчёт глубины зоны заражения при аварии на химически опасном объекте

Расчёт глубины зон заражения первичным (вторичным) облаком АХОВ при авариях на технологических ёмкостях и железнодорожных цистернах ведётся с помощью табл. П-2.4 и П-2.5.

В табл. П-2.4 приведены максимальные значения глубин зон заражения первичным  $\Gamma_1$  или вторичным облаком  $\Gamma_2$ , определяемые в зависимости от эквивалентного количества вещества (его расчёт проводится согласно п. 1.2.) и скорости ветра. Полная глубина зоны заражения  $\Gamma$  (км), обусловленная воздействием первичного и вторичного облака АХОВ, определяется по формуле:

$$\Gamma = \Gamma^I + 0,5 \cdot \Gamma^{II} \quad (13)$$

где:  $\Gamma^I$  - максимальное значение из  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$ , км;

$\Gamma^{II}$  - минимальное значение из  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$ , км;

Полученное значение  $\Gamma$  сравнивается с предельно возможным значением глубины переноса воздушных масс  $\Gamma_n$ , определяемым по формуле:

$$\Gamma = N * v \quad (14)$$

где:  $N$  – время от начала аварии, ч;

$v$  – скорость переноса переднего фронта АХОВ при данных степени устойчивости воздуха и скорости ветра, км/ч (табл. П-2.2).

**За окончательную расчётную глубину зоны заражения принимается меньшее из 2-х сравниваемых между собой значений ( $\Gamma$  и  $\Gamma_n$ ), определяемых по формулам 13 и 14.**

### **Определение площади зоны заражения**

Площадь зоны возможного заражения облаком АХОВ определяется по формуле:

$$S_B = 8,72 \cdot 10^{-3} \cdot \Gamma^2 \cdot \varphi \quad (15)$$

где:  $S_B$  – площадь зоны возможного заражения, км<sup>2</sup>;

$\Gamma$  – глубина зоны возможного заражения, км;

$\varphi$  – угловые размеры зоны возможного заражения, град. (табл. П-2.1).

**Таблица П-2.1 Угловые размеры зоны возможного заражения АХОВ в зависимости от скорости ветра  $V$ .**

V, м/с	<0,5	0,6-1	1,1-2	>2
φ, град.	360	180	90	45

Площадь зоны фактического заражения  $S_{\Phi}$  в км<sup>2</sup> рассчитывается по формуле:

$$S_{\Phi} = K_8 \cdot T^2 \cdot N^{0,2} \quad (16)$$

где:  $K_8$  – коэффициент, зависящий от степени вертикальной устойчивости воздуха, принимается равным: **0,081** - при инверсии, **0,133** - при изотермии;  
 $N$  – время, прошедшее после начала аварии, ч.

**Определение времени подхода облака АХОВ к поселению и продолжительности поражающего действия АХОВ**

*Время подхода* облака АХОВ к заданному объекту зависит от скорости переноса облака воздушным потоком и определяется по формуле:

$$t = \frac{X}{v} \quad (17)$$

где:  $X$  – расстояние от источника заражения до заданного объекта, км;  
 $v$  – скорость переноса переднего фронта облака АХОВ, км/ч (табл. П-2.2).

**Таблица П-2.2 Скорость переноса переднего фронта облака АХОВ в зависимости от скорости ветра.**

Скорость ветра, м/с	1	2	3	4	5	6
Скорость переноса, км/ч	инверсия					
	5	10	16	21		
	изотермия					
	6	12	18	24	29	35

*Продолжительность поражающего действия* АХОВ определяется временем его испарения с площади разлива.

Время испарения АХОВ с площади разлива (в часах) определяется по формуле:

$$T = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7} \quad (18)$$

где:  $h$  – толщина слоя АХОВ, м;

$d$  – удельная масса АХОВ, т/м<sup>3</sup> (табл. П-2.5);

$K_2, K_4, K_7$  – коэффициенты (см. раздел «Прогнозирование глубины зон заражения АХОВ»).

### Определение возможных потерь людей

Таблица П-2.3 Возможные потери рабочих, служащих и населения от АХОВ, %.

Условия нахождения людей	Без противоголозов	Обеспеченность противоголозами, %								
		20	30	40	50	60	70	80	90	100
Открыто	90-100	75	65	58	50	40	35	25	18	10
В простейших укрытиях, зданиях	50	40	35	30	27	22	18	18	9	4

Примечание. Структура потерь людей в очаге поражения: лёгкая степень – 25%, средняя степень – 40%, со смертельным исходом – 35%.

Таблица П-2.4 Глубины зон возможного заражения АХОВ, км.

Скорость ветра, м/с	Эквивалентное количество $Q_0$ , АХОВ															
	0,01	0,05	0,1	0,5	1	3	5	10	20	30	50	70	100	300	500	1000
1	0,38	0,85	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56	38,13	52,67	65,23	81,91	166	231	363
2	0,26	0,59	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,83	16,44	21,02	28,73	35,35	44,09	87,79	121	189
3	0,2	0,4	0,6	1,5	2,1	3,9	5,34	7,98	11,9	15,1	20,5	25,5	31,3	61,4	84,5	130

	2	8	8	3	7	9			4	8	9	1	0	7	0	
4	0,1 9	0,4 2	0,5 9	1,3 3	1,8 8	3,2 8	4,36	6,46	9,62	12,1 8	16,4 3	20,0 5	24,8 0	48,1 8	65,9 2	101
5	0,1 7	0,3 8	0,5 3	1,1 9	1,6 8	2,9 1	3,75	5,53	8,19	10,3 3	13,8 8	16,8 9	20,8 2	40,1 1	54,6 7	83,6 0
6	0,1 5	0,3 4	0,4 8	1,0 9	1,5 3	2,6 6	3,43	4,88	7,20	9,06	12,1 4	14,7 9	18,1 3	34,6 7	47,0 9	71,7 0

Таблица П-2.5 Характеристики АХОВ и вспомогательные коэффициенты для определения глубин зон заражения.

№№	Наименование АХОВ	Плотность АХОВ, т/м <sup>3</sup>		t кипения, °С	Порогов ая токсодоза, мг·мин/л	Значения вспомогательных коэффициентов								
		газ	ж-ть			K1	K2	K3	K7 (газ/жидкость)					
									—	—	0°С	20°С	40°С	
														40°С
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	Аммиак													
	изотермическое хранение	-	0,681	-33,42	15	0,01	0,025	0,04	<u>0</u> 0,9	<u>1</u> 1	<u>1</u> 1	<u>1</u> 1	<u>1</u> 1	
2	Водород мышьяковистый	0,0035	1,64	-62,47	0,2**	0,17	0,054	0,857	<u>0,3</u> 1	<u>0,5</u> 1	<u>0,8</u> 1	<u>1</u> 1	<u>1,2</u> 1	
3	Диметиламин	0,0020	0,680	6,9	1,2*	0,06	0,041	0,5	<u>0</u> 0,1	<u>0</u> 0,3	<u>0</u> 0,8	<u>1</u> 1	<u>2,5</u> 1	
4	Метиламин	0,0014	0,699	-6,5	1,2*	0,13	0,034	0,5	<u>0</u> 0,3	<u>0</u> 0,7	<u>0,5</u> 1	<u>1</u> 1	<u>2,5</u> 1	

											1		
5	Метилхлористый	0,0023	0,983	-23,76	10,8**	0,125	0,044	0,056	<u>0</u> 0,5	<u>0,1</u> 1	<u>0,6</u> 1	<u>1</u> 1	<u>1,5</u> 1
6	Метилмеркаптан	-	0,867	5,95	1,7**	0,063	0,043	0,353	<u>0</u> 0,1	<u>0</u> 0,3	<u>0</u> 0,8	<u>1</u> 1	<u>2,4</u> 1
7	Сернистый ангидрид	0,0029	1,462	-10,1	1,8	0,119	0,043	0,333	<u>0</u> 0,2	<u>0</u> 0,5	<u>0,3</u> 1	<u>1</u> 1	<u>1,7</u> 1
8	Сероводород	0,0015	0,964	-60,35	16,1	0,272	0,042	0,361	<u>0,3</u> 1	<u>0,5</u> 1	<u>0,8</u> 1	<u>1</u> 1	<u>1,2</u> 1
9	Триметиламин	-	0,671	2,9	6*	0,077	0,047	0,1	<u>0</u> 0,1	<u>0</u> 0,4	<u>0</u> 0,9	<u>1</u> 1	<u>2,2</u> 1
10	Формальдегид	-	0,815	-19,0	0,6*	0,194	0,034	1,0	<u>0</u> 0,4	<u>0</u> 1	<u>0,5</u> 1	<u>1</u> 1	<u>1,5</u> 1
11	Фосген	0,0035	1,432	8,2	0,6	0,051	0,061	1,0	<u>0</u> 0,1	<u>0</u> 0,3	<u>0</u> 0,7	<u>1</u> 1	<u>2,7</u> 1
12	Хлор	0,0032	1,553	-34,1	0,6	0,182	0,052	1,0	<u>0</u> 0,9	<u>0,3</u> 1	<u>0,6</u> 1	<u>1</u> 1	<u>1,4</u> 1
13	Хлорциан	0,0021	1,220	12,6	0,75	0,048	0,048	0,800	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0	<u>0</u> 0,6	<u>1</u> 1	<u>3,9</u> 1

Примечания.

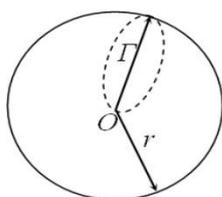
1. В графах 10-14 в числителе значения  $K_7$  – для первичного облака, в знаменателе – для вторичного.

Таблица П-2.6 *Определение значения коэф.  $K_4$*  в зависимости от скорости ветра.

Скорость ветра, м/с	1	2	3	4	5	6
$K_4$	1	1.33	1.67	2.0	2.34	2.67

### Порядок нанесения зон заражения на топографические карты и схемы

Зона возможного заражения облаком АХОВ на картах (схемах) ограничена окружностью, полуокружностью или сектором, имеющим угловые размеры  $\phi$  и радиус  $r$ , равный глубине заражения  $\Gamma$ . Угловые размеры в зависимости от скорости ветра по прогнозу погоды приведены в разделе 3. Центр окружности, полуокружности или сектора совпадает с источником заражения. Зона фактического заражения, имеющая форму эллипса, находится в зону возможного заражения ввиду возможных перемещений облака АХОВ под воздействием изменений направления ветра. Фиксированное изображение зоны фактического заражения на карты (схемы) не наносится.

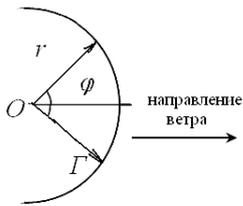


На топографических картах и схемах зона возможного заражения имеет вид:

а) при скорости ветра по прогнозу меньше 0,5 м/с зона заражения имеет вид окружности, т.  $O$  соответствует источнику заражения,  $\phi = 360^\circ$ , радиус окружности равен  $\Gamma$ .



б) при скорости ветра по прогнозу от 0,6 до 1 м/с зона заражения имеет вид полуокружности, т.  $O$  соответствует источнику заражения,  $\phi = 180^\circ$ , радиус окружности равен  $\Gamma$ . Биссектриса полуокружности совпадает с осью следа облака и ориентирована по направлению ветра:



в) при скорости ветра по прогнозу больше 1 м/с зона заражения имеет вид сектора, т. О соответствует источнику заражения, радиус равен Г. Биссектриса сектора совпадает с осью следа облака и ориентирована по направлению ветра.

$$\varphi = \begin{cases} 90^\circ & \text{при скорости ветра по прогнозу от 1,1 до 2 м/с} \\ 45^\circ & \text{при скорости ветра по прогнозу больше 2 м/с} \end{cases}$$

### Пример решения задачи 2.

Определить размеры зон заражения при аварии на химически опасном объекте, приведшей к разгерметизации емкости с активным химически опасным веществом (АХОВ) и возможные потери среди населения, оказавшегося в зоне заражения. В результате разгерметизации всё содержимое емкости свободно вылилось на подстилающую поверхность.

ДАНО:

1. тип АХОВ - водород мышьяковистый;
2. количество АХОВ,  $Q_0 = 60$  т;
3. метеоусловия на момент аварии:
  - скорость ветра 2 м/с,
  - инверсия,
  - температура воздуха  $0^\circ\text{C}$ ;
4. расстояние от места аварии до поселения (x) – 2500 м
5. протяженность поселения по оси ветра ( $x^1$ ) – 2000 м.

Направление ветра в сторону поселения.

ТРЕБУЕТСЯ ОПРЕДЕЛИТЬ:

1. Глубину зоны заражения через 2 часа после аварии.
2. Продолжительность поражающего действия АХОВ.
3. Время подхода АХОВ к поселению, время полного заражения поселения.
4. Площадь зоны возможного заражения и площадь зоны фактического заражения.
5. Вид зоны возможного заражения.
6. Возможные потери людей.

Решение.

**1. Эквивалентное количество вещества по первичному облаку (тонны) определяется по формуле (11):**

$$Q_{\text{э1}} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot Q_0,$$

где:  $Q_0$  – количество выброшенного (разлившегося) при аварии вещества, 60 т;

$K_1$  – коэффициент, зависящий от условий хранения АХОВ определяется по табл. П-2.5; для мышьяковистого водорода  $K_1=0,17$ ;

$K_3$  – коэффициент, равный отношению пороговой токсодозы хлора к пороговой токсодозе другого АХОВ для водорода мышьяковистого  $K_3=0,857$  (табл. П-2.5);

$K_5$  – коэффициент, учитывающий степень вертикальной устойчивости воздуха, принимается для инверсии  $K_5 = 1$ ;

$K_7$  – коэффициент, учитывающий влияние температуры воздуха (табл. П-2.5), при температуре  $0^{\circ}\text{C}$  для исследуемого АХОВ  $K_7 = 0,8$ ;

$$Q_{э1} = 0,17 * 0,857 * 1 * 0,8 * 60 = 6,993 \text{ т}$$

**2. Эквивалентное количество вещества по вторичному облаку рассчитывается по формуле (12):**

$$Q_{э2} = (1 - K_1) \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot \frac{Q_0}{h \cdot d},$$

где:  $K_2$  – коэффициент, зависящий от физико-химических свойств АХОВ (табл. П-2.5) для водорода мышьяковистого  $K_2=0,054$ ;

$K_4$  – коэффициент, учитывающий скорость ветра (табл. П-2.6) при скорости ветра 2 м/с  $K_4=1,33$ ;

$K_6$  – коэффициент, зависящий от времени, прошедшего после начала аварии  $N$ .

Значение коэффициента  $K_6$  определяется после расчёта продолжительности испарения вещества  $T$  формула (18) :

$$T = \frac{h \cdot d}{K_2 \cdot K_4 \cdot K_7},$$

где:  $h$  – толщина слоя АХОВ, для свободного разлива  $h = 0,05$  м;

$d$  – плотность АХОВ, т/м<sup>3</sup> (табл. П-2.5),  $d = 1,64$  т/м<sup>3</sup>;

$$T = (1,64 * 0,05) / (0,054 * 1,33 * 1) = 1,14 \text{ час.}$$

$$K_6 = \begin{cases} N^{0,8} & \text{при } N < T; \\ T^{0,8} & \text{при } N \geq T; \end{cases}$$

При  $T < 1$  часа,  $K_6$  принимается для 1 часа.

Поскольку  $N > T$  то  $K_6 = T^{0,8} = 1,14^{0,8} = 1,11$

$$Q_{\text{э}2} = (1 - 0,17) * 0,054 * 0,857 * 1,33 * 1 * 1,11 * 1 * 60 / (1,64 * 0,05) = 41,5 \text{ м}$$

**3. Определяем глубину зон заражения первичным облаком по таблице П-2.4 при скорости ветра 2 м/с и  $Q_{\text{э}1} = 6,993 \text{ т}$**

Поскольку в таблице нет значений  $Q_{\text{э}1} = 6,993 \text{ т}$ , используем метод интерполяции, для чего находим ближайшие значения  $\Gamma_1$  к  $Q_{\text{э}1} = 8,64 \text{ км}$

Это  $\Gamma'_1 = 7,2 \text{ км}$  для  $Q'_{\text{э}1} = 5 \text{ т}$

$\Gamma''_1 = 10,83 \text{ км}$  для  $Q''_{\text{э}1} = 10 \text{ т}$ ,

Искомое значение  $\Gamma_1 = 7,2 + \frac{10,83 - 7,2}{10 - 5} (6,993 - 5) = 8,64 \text{ км}$

**4. Определяем глубину зоны заражения вторичным облаком по таблице П-2.4 для  $Q_{\text{э}2} = 41,5 \text{ т}$  для скорости ветра 2 м/с. Также используем метод интерполяции.**

Искомое значение  $\Gamma_2 = 21,02 + \frac{28,73 - 21,02}{50 - 30} (41,5 - 30) = 29,77 \text{ км}$

Полная глубина зоны заражения  $\Gamma$  (км), обусловленная воздействием первичного и вторичного облака АХОВ, определяется по выражению:

$$\Gamma = \Gamma^1 + 0,5\Gamma^{11} = 25,45 + 0,5 * 8,64 = 25,9 \text{ км},$$

где:  $\Gamma^1$  – максимальное значение из  $\Gamma_1$  и  $\Gamma_2$ .

Полученное значение  $\Gamma$  сравнивается с предельно возможным значением глубины переноса воздушных масс  $\Gamma_{\text{п}}$ , определяемым по формуле:

$$\Gamma = N * v$$

где:  $N$  – время от начала аварии,  $N = 2 \text{ ч}$ ;

$v$  – скорость переноса переднего фронта АХОВ при данных степени устойчивости воздуха(инверсия) и скорости ветра 2 м/с (табл. П-1.2),  $v = 10$  км/ч.

$$\Gamma = 2 * 10 = 20 \text{ км}$$

За окончательную расчётную глубину зоны заражения принимается **меньшее из 2-х** сравниваемых между собой значений  $\Gamma$  и  $\Gamma_{п}$ . Окончательная глубина зоны заражения 20 км.

**5. Площадь зоны возможного заражения ( $S_{в}$ , км<sup>2</sup>) первичным (вторичным) облаком АХОВ** определяется по формуле (15):

$$S_{в} = 8,72 * 10^{-3} * \Gamma^2 * \varphi = 8.72 * 10^{-3} * 20^2 * 90 = 331,9 \text{ км}^2$$

где:  $\varphi$  – угловые размеры зоны возможного заражения в зависимости от скорости ветра, град. (табл.П-2.1).

**6. Площадь зоны фактического заражения ( $S_{ф}$  в км<sup>2</sup>)** рассчитывается по формуле (16):

$$S_{ф} = K_{8} * \Gamma^2 * N^{0,2} = 0,081 * 20^2 * 2^{0,2} = 37,2 \text{ км}^2$$

где:  $K_{8}$  – коэффициент, зависящий от степени вертикальной устойчивости воздуха, принимается  $K_{8} = 0,081$  при инверсии;

$N$  – время, прошедшее после начала аварии,  $N = 2$  ч.

**7.Время подхода облака АХОВ к поселению** и определяется по формуле (17):

$$t = x / v = 2,5 / 10 = 0,25 \text{ ч}$$

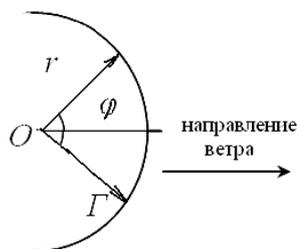
где:  $X$  – расстояние от источника заражения до поселения, км;

$v$  – скорость переноса переднего фронта облака АХОВ, км/ч.

Время полного заражения поселения ( $t^1$ ) определяется по выражению :

$$t^1 = (x + x^1) / v = (2,5 + 2) / 10 = 0,45 \text{ ч}$$

**8. Определим вид зоны возможного заражения.** При скорости ветра 2 м/с и угловых размеров  $\varphi = 90^\circ$ , радиус  $r = \Gamma = 20$  км и имеет следующий вид:



**9. Возможные потери людей** определяем в соответствии с табл.П-2.3

Таблица П2.3 Возможные потери рабочих, служащих и населения от АХОВ, %.

Условия нахождения людей	Без противогазов	Обеспеченность противогазами, %								
		20	30	40	50	60	70	80	90	100
Открыто	90-100	75	65	58	50	40	35	25	18	10
В простейших укрытиях, зданиях	50	40	35	30	27	22	18	18	9	4

Примечание. Структура потерь людей в очаге поражения: лёгкая степень – 25%, средняя степень – 40%, со смертельным исходом – 35%.

В конце освоения курса проводится зачет.

### **Вопросы к итоговому контролю**

1. Техносфера. Техника. Техническая система. Технология.
2. Характеристика опасности и безопасности. Пороговый уровень опасности. Показатели безопасности. Методы повышения безопасности технических систем и технологических процессов.
3. Алгоритм развития опасности. Методы обнаружения опасностей.
4. Аксиомы о потенциальной опасности технической системы.
5. Таксономия опасностей. Примеры таксономии.
6. Источники опасности, номенклатура, квантификации, идентификация опасностей.
7. Классификация и характеристика видов риска (источники и факторы)
8. Развитие риска на промышленных объектах. Управление риском, количественные показатели риска)
9. Оценка и анализ риска.
10. Моделирование риска.
11. Классификация и характеристики отказов. Определение интенсивности отказов. Статистическая оценка интенсивности отказов.
12. Показатели безотказности. Определение вероятности безотказной работы объекта.
13. Резервирование (основные понятия).
14. Свойства материалов. Классификация процессов старения.
15. Классификация внешних воздействующих факторов. Воздействие температуры, солнечной радиации, влажности и атмосферного давления.
16. Классификация внешних воздействующих факторов. Воздействие ветра и гололеда, примесей воздуха и биологических факторов.
17. Факторы нагрузки. Коэффициент нагрузки.
18. Испытания. Унификация испытаний. Характеристики, оцениваемые при испытании на надежность.

- 19.Случайное событие. Закон распределения случайной величины.
20. Законы распределения. Биноминальный закон.
- 21.Законы распределения. Закон Пуассона.
- 22.Законы распределения. Экспоненциальный закон.
- 23.Законы распределения. Гамма-распределение.
- 24.Законы распределения. Распределение Вейбула.
25. Законы распределения. Нормальное распределение.
- 26.Законы распределения. Усеченное нормальное распределение.
- 27.Законы распределения. Распределение Лапласа.
- 28.Качественные и количественные методы анализа системы.
- 29.Предварительный анализ опасностей (ПАО). Структура качественного исследования при ПАО.
- 30.Методы анализа надежности (основные и общетехнические).  
Классификация и характеристики.
- 31.Выбор метода анализа надежности.
- 32.Метод анализа и работоспособности (HAZAR AND OPERABILITY STUDY – HAZOP).
- 33.Методы проверочного листа (CHECK-LIST) и «что будет, если...?» («WHAT-IF»).
- 34.Анализ видов и последствий отказов - FAILURE MODE AND EFFECTS ANALYSIS (FMEA).
- 35.Анализ видов, последствий и критичности отказов FAILURE MODE, EFFECTS AND CRITICALITY ANALYSIS (FMECA).
- 36.Дерево отказов - FAULT TREE ANALYSIS (FTA).
- 37.Дерево событий – EVENT TREE ANALYSYS (ETA).
- 38.Дерево решений.
- 39.Системный анализ. Анализ возможных отказов. Анализ процесса эксплуатации. Работа в подготовительный период.
40. Выявление основных опасностей на ранних стадиях проектирования.

41. Исследования в предпусковой период. Исследования действующих систем. Регистрация результатов исследования.
42. Содержание и структура информационного отчета по безопасности процесса.
43. Организация и проведение экспертизы технических систем.
44. Технологические способы обеспечения надежности изделий в процессе изготовления.
45. Обеспечение надежности сложных технических систем в условиях эксплуатации.
46. Пути повышения надежности сложных технических систем при эксплуатации.
47. Организационно-технические методы по восстановлению и поддержанию надежности техники при эксплуатации.
48. Влияние системы обслуживания на надежность машин.
49. Экологический паспорт промышленного предприятия. Структура и содержание.
50. Классификация критически важных объектов по значимости и видам угроз.
51. Методы повышения безопасности технических систем и технологических процессов.
52. Методы повышения надежности нефтепромыслового оборудования.
53. Правовые аспекты анализа риска и управление промышленной безопасностью