

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА
приказом и.о. ректора
от «17» июня 2022 г. № 77

**Б1.О.12 Методы анализа опасности и прогнозирования
техногенных рисков**

рабочая программа дисциплины

Специальность/направление подготовки – 20.04.01 Техносферная безопасность

Специализация/профиль – Инновационные технологии обеспечения безопасности на объектах производства и транспорта

Квалификация выпускника – Магистр

Форма и срок обучения – очная форма 2 года

Кафедра-разработчик программы – Техносферная безопасность

Общая трудоемкость в з.е. – 5

Часов по учебному плану (УП) – 180

В том числе в форме практической подготовки (ПП) – 17
(очная)

Формы промежуточной аттестации

очная форма обучения:

экзамен 1 семестр, курсовая работа 1 семестр

Очная форма обучения

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр	1	Итого
Вид занятий	Часов по УП	Часов по УП
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*	51/17	51/17
– лекции	17	17
– практические (семинарские)	34/17	34/17
– лабораторные		
Самостоятельная работа	93	93
Экзамен	36	36
Итого	180/17	180/17

* В форме ПП – в форме практической подготовки.

ИРКУТСК

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – магистратура по направлению подготовки 20.04.01 Техносферная безопасность, утвержденным Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 25.05.2020 № 678.

Программу составил(и):
д.т.н., профессор, профессор, Е.А.Руш

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Техносферная безопасность», протокол от «14» мая 2022 г. № 9

Зав. кафедрой, д.т.н., профессор

Е.А. Руш

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ	
1.1 Цель дисциплины	
1	формирование основных и важнейших представлений о современных методах анализа опасностей и прогнозирования техногенных рисков
1.2 Задачи дисциплины	
1	изучение теоретических и методологических основ анализа опасностей и рисков;
2	изучение современной теории оценки опасностей в техносфере;
3	изучение теоретических основ системного анализа, моделирования и управления рисками систем и процессов

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП	
Блок/часть ОПОП	Блок 1. Дисциплины / Обязательная часть
2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины	
1	Дисциплина изучается на начальном этапе формирования компетенции
2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее	
1	Б1.О.08 Экспертиза безопасности
2	Б1.О.10 Расчет и проектирование систем обеспечения безопасности
3	Б1.О.14 Отраслевая специфика производственной санитарии и гигиены
4	Б1.О.15 Пожарная безопасность объектов производства и транспорта
5	Б1.В.ДВ.01.01 Оценка воздействия на окружающую среду при эксплуатации объектов производства и транспорта
6	Б1.В.ДВ.02.01 Оценка экологических последствий ЧС на объектах производства и транспорта
7	Б1.В.ДВ.03.01 Безопасность производственного оборудования
8	Б1.В.ДВ.04.01 Практикум по управлению профессиональными рисками
9	Б1.В.ДВ.05.01 Управление экологическими проектами и рисками
10	Б2.О.02(Н) Производственная - научно-исследовательская работа
11	Б2.О.03(П) Производственная - эксплуатационная практика
12	Б2.О.04(Пд) Производственная - преддипломная практика
13	Б3.01(Д) Подготовка к процедуре защиты выпускной квалификационной работы
14	Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы
15	ФТД.01 Логика

3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ		
Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-1 Способен самостоятельно приобретать, структурировать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания в области техносферной безопасности, решать сложные и проблемные вопросы	ОПК-1.1 Самостоятельно приобретает, структурирует и применяет математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания в области техносферной безопасности	Знать: принципы безопасности технологических процессов, понятие риска, классификацию потенциальных источников опасности; технические средства, необходимые для предотвращения опасностей; способы управления риском в техногенных системах и современные методы анализа опасностей
		Уметь: пользоваться нормативно-правовой и нормативно-технической документацией по оценке риска и опасностей; моделировать возможные техногенные риски и оценивать значимость опасности на примере реальных технологических процессов и чрезвычайных ситуаций; проводить критический анализ проблемных ситуаций и причин их возникновения на основе системного подхода.
		Владеть: практическими способами принятия управленческих решений; навыками анализа опасностей при моделировании технологических и экологических процессов; способами оценки вероятности техногенных рисков и применения средств защиты в конкретных условиях; математическими, естественнонаучными, социально-экономическими и профессиональными знаниями для решения сложных вопросов в области техносферной безопасности.
ПК-1 Способен разрабатывать,	ПК-1.2 Определяет критерии достижения целей охраны	Знать: принципы безопасности технологических процессов, понятие риска, классификацию потенциальных

экономически и экологически обосновывать планы внедрения новой природоохранной техники и технологий в организации	окружающей среды с учетом технических возможностей различных производств и объектов транспорта	источников опасности; технические средства, необходимые для предотвращения опасностей; способы управления риском в техногенных системах и современные методы анализа опасностей
		Уметь: проводить расследование и учет несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний; пользоваться нормативно-правовой и нормативно-технической документацией по оценке риска и опасностей; моделировать возможные техногенные риски и оценивать значимость опасности на примере реальных технологических процессов и чрезвычайных ситуаций;
		Владеть: практическими способами экономического и экологического обоснования необходимости внедрения новой природоохранной техники; навыками анализа опасностей при моделировании технологических и экологических процессов; способами оценки вероятности техногенных рисков и применения средств защиты в конкретных условиях; методами организации и проведения мониторинга функционирования системы управления охраной труда
ПК-2 Способен разрабатывать в организации мероприятия по экономическому регулированию природоохранной деятельности, внедрять и совершенствовать систему экологического менеджмента	ПК-2.2 Проводит обоснованные расчеты экологических рисков с целью прогнозирования воздействия хозяйственной деятельности организации на окружающую среду; разрабатывает мероприятия по экономическому регулированию природоохранной деятельности, внедряет и совершенствует систему экологического менеджмента в организации	Знать: принципы безопасности технологических процессов, понятие риска, классификацию потенциальных источников опасности; технические средства, необходимые для предотвращения опасностей; способы управления риском в техногенных системах и современные методы анализа опасностей; алгоритмы расчетов экологических рисков с целью прогнозирования воздействия хозяйственной деятельности предприятия на окружающую среду.
		Уметь: пользоваться нормативно-правовой и нормативно-технической документацией по оценке риска и опасностей; моделировать возможные техногенные риски и оценивать значимость опасности на примере реальных технологических процессов и чрезвычайных ситуаций; проводить критический анализ проблемных ситуаций и причин их возникновения на основе системного подхода; внедрять и совершенствовать систему экологического менеджмента
		Владеть: практическими способами разработки мероприятий по экономическому регулированию природоохранной деятельности; методами анализа опасностей при моделировании технологических и экологических процессов; способами оценки вероятности техногенных рисков и применения средств защиты в конкретных условиях;
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1 Анализирует проблемную ситуацию, определяет причины ее возникновения и осуществляет ее декомпозицию на отдельные задачи	Знать: принципы безопасности технологических процессов, понятие риска, классификацию потенциальных источников опасности; технические средства, необходимые для предотвращения опасностей; способы управления риском в техногенных системах и современные методы анализа опасностей
		Уметь: пользоваться нормативно-правовой и нормативно-технической документацией по оценке риска и опасностей; моделировать возможные техногенные риски и оценивать значимость опасности на примере реальных технологических процессов и чрезвычайных ситуаций; проводить критический анализ проблемных ситуаций и причин их возникновения на основе системного подхода.
		Владеть: практическими способами принятия управленческих решений; навыками анализа опасностей при моделировании технологических и экологических процессов; способами оценки вероятности техногенных рисков и применения средств защиты в конкретных условиях; математическими, естественнонаучными,

		социально-экономическими и профессиональными знаниями для решения сложных вопросов в области техносферной безопасности.
--	--	---

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма				*Код индикатора достижения компетенции	
		Семестр	Часы				
			Лек	Пр	Лаб		СР
1.0	Раздел 1. Современные методы исследования рисков. Опасности в техносфере. Системный анализ безопасности.						
1.1	Исследование рисков. Опасности в техносфере	1	2	4/2		8	ОПК-1.1
1.2	Концепции риска. Концепции анализа риска	1	1	2/2		8	ОПК-1.1
1.3	Виды и задачи анализа риска. Порядок проведения анализа риска. Методы анализа риска	1	1	2/1		8	ПК-1.2
1.4	Качественная оценка риска. Количественная оценка риска	1	1	2/1		8	ПК-2.2
2.0	Раздел 2. Исследование техногенных и природных опасностей города Иркутска и Иркутской области. Методы оценки и анализа опасностей технических систем.						
2.1	Системный анализ и моделирование процесса возникновения происшествий в техносфере	1	2	4/2		5	УК-1.1
2.2	Категории опасности. Причины и факторы аварийности и травматизма	1	1	2/1		4	ПК-2.2
2.3	Общие принципы предупреждения происшествий	1	1	2/1		4	ОПК-1.1
2.4	Системы «человек-машина-среда»	1	1	2/1		4	УК-1.1
2.5	Последовательность исследования ЧМС	1	1	2/1		4	ПК-2.2
2.6	Эмпирический системный анализ. Формализация и моделирования опасных процессов. Последовательность реализации методов моделирования	1	1	2/1		4	ПК-1.2
3.0	Раздел 3. Критерии анализа риска. Концепции и критерии приемлемости риска. Моделирование процесса возникновения происшествий в техносфере.						
3.1	Моделирование технических систем и анализ происшествий с помощью диаграмм типа дерево	1	1	2/1		4	ПК-1.2
3.2	Правила построения дерева событий и дерева происшествий	1	1	2/1		4	ПК-2.2
3.3	Логические символы. Правила применения логических символов	1	1	2/1		4	ПК-2.2
3.4	Подготовка исходных данных для расчетов по моделям типа дерево. Расчеты по моделям типа дерево. Анализ расчетов по моделям типа дерево	1	1	2/1		4	ПК-2.2
3.5	Выполнение индивидуальных домашних заданий по тематике разделов	1	1	2		20	ПК-1.2 ПК-2.2
	Форма промежуточной аттестации – экзамен	1	36				ОПК-1.1 ПК-1.2 ПК-2.2 УК-1.1
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		17	34/17		93	

5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

ДИСЦИПЛИНЫ		
6.1 Учебная литература		
6.1.1 Основная литература		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.1.1	Асламова, В. С. Методы анализа опасности и прогнозирования техногенных рисков : учеб. пособие / В. С. Асламова, Е. А. Руш, Е. Е. Алтынникова. Иркутск : ИрГУПС, 2019. - 176с.	20
6.1.1.2	Белинская, И. В. Надежность технических систем и техногенный риск : учебное пособие / И. В. Белинская, В. Я. Сковородин. Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (СПбГАУ), 2017. - 46с. - Текст: электронный. - URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480391 (дата обращения: 14.09.2022)	Онлайн
6.1.2 Дополнительная литература		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)		
	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.3.1	Асламова, В. С. Методы анализа опасности и прогнозирования техногенных рисков : учеб. пособие / В. С. Асламова, Е. А. Руш, Е. Е. Алтынникова. Иркутск : ИрГУПС, 2019. - 176с. Белинская, И. В. Надежность технических систем и техногенный риск : учебное пособие / И. В. Белинская, В. Я. Сковородин. Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный аграрный университет (СПбГАУ), 2017. - 46с. - Текст: электронный. - URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480391 - Текст: электронный. - URL: https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_5071_1510_2022_1_signed.pdf	Онлайн
6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»		
6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы		
6.3.1 Базовое программное обеспечение		
6.3.1.1	Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.2	Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01	
6.3.1.3	FoxitReader, свободно распространяемое программное обеспечение http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/	
6.3.1.4	Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/	
6.3.1.5	Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License	
6.3.2 Специализированное программное обеспечение		
6.3.2.1	Не предусмотрено	
6.3.3 Информационные справочные системы		
6.3.3.1	Не предусмотрены	
6.4 Правовые и нормативные документы		
6.4.1	Не предусмотрены	

7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ	
1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л ИрГУПС находится – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80
2	Учебная аудитория Д-310 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор, экран, компьютер. Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты).

3	<p>Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся:</p> <ul style="list-style-type: none"> – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507; – помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521
---	--

8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	<p>Лекция (от латинского «lectio» – чтение) – вид аудиторных учебных занятий. Лекция: закладывает основы научных знаний в систематизированной, последовательной, обобщенной форме; раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники; концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах; стимулирует познавательную активность обучающихся.</p> <p>Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. На полях конспекта следует пометить вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы лучше запомнились. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий лекции. К каждому занятию следует разобрать материал предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии</p>
Практическое занятие	<p>Практическое занятие – вид аудиторных учебных занятий, целенаправленная форма организации учебного процесса, при реализации которой обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют практические задания. Практические задания направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех или иных учебных действий в данной сфере науки. Практические занятия развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания обучающихся, выступают как средства оперативной обратной связи; цель практических занятий – углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции, в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности.</p> <p>На практических занятиях подробно рассматриваются основные вопросы дисциплины, разбираются основные типы задач. К каждому практическому занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и выучить лекционный материал к следующей теме. Систематическое выполнение домашних заданий обязательно и является важным фактором, способствующим успешному усвоению дисциплины</p>
Самостоятельная работа	<p>Обучение по дисциплине «Методы анализа опасности и прогнозирования техногенных рисков» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а также указана необходимая учебная литература: обучающийся изучает учебный материал, разбирает примеры и решает разноуровневые задачи в рамках выполнения как общих домашних заданий, так и индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) и других видов работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины. При выполнении домашних заданий обучающемуся следует обратиться к задачам, решенным на предыдущих практических занятиях, решенным домашним работам, а также к примерам, приводимым лектором. Если этого будет недостаточно для выполнения всей работы можно дополнительно воспользоваться учебными пособиями, приведенными в разделе 6.1 «Учебная литература». Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удастся, то в обязательном порядке необходимо посетить консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора.</p>

	<p>Домашние задания, индивидуальные домашние задания и другие работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению текстовой и графической документации, сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль»</p>
<p>Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет</p>	

Приложение № 1 к рабочей программе

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

**для проведения текущего контроля успеваемости
и промежуточной аттестации**

1. Общие положения

Фонд оценочных средств (ФОС) является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы.

Фонд оценочных средств предназначен для использования обучающимися, преподавателями, администрацией ИрГУПС, а также сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

Задачами ФОС являются:

- оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс;
- самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания: валидность, надежность, объективность, эффективность.

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

- минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения образовательной программы; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;

- базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;

- высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

2. Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина.

Программа контрольно-оценочных мероприятий. Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Методы анализа опасности и прогнозирования техногенных рисков» участвует в формировании компетенций:

ОПК-1. Способен самостоятельно приобретать, структурировать и применять математические, естественнонаучные, социально-экономические и профессиональные знания в области техносферной безопасности, решать сложные и проблемные вопросы

ПК-1. Способен разрабатывать, экономически и экологически обосновывать планы внедрения новой природоохранной техники и технологий в организации

ПК-2. Способен разрабатывать в организации мероприятия по экономическому регулированию природоохранной деятельности, внедрять и совершенствовать систему экологического менеджмента

УК-1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
1 семестр				
1.0	Раздел 1. Современные методы исследования рисков. Опасности в техносфере. Системный анализ безопасности			
1.1	Текущий контроль	Исследование рисков. Опасности в техносфере	ОПК-1.1	Собеседование (устно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
1.2	Текущий контроль	Концепции риска. Концепции анализа риска	ОПК-1.1	Собеседование (устно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
1.3	Текущий контроль	Виды и задачи анализа риска. Порядок проведения анализа риска. Методы анализа риска	ПК-1.2	Собеседование (устно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
1.4	Текущий контроль	Качественная оценка риска. Количественная оценка риска	ПК-2.2	Собеседование (устно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
2.0	Раздел 2. Исследование техногенных и природных опасностей города Иркутска и Иркутской области. Методы оценки и анализа опасностей технических систем			
2.1	Текущий контроль	Системный анализ и моделирование процесса возникновения происшествий в техносфере	УК-1.1	Собеседование (устно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
2.2	Текущий контроль	Категории опасности. Причины и факторы аварийности и травматизма	ПК-2.2	Собеседование (устно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
2.3	Текущий контроль	Общие принципы предупреждения происшествий	ОПК-1.1	Собеседование (устно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
2.4	Текущий контроль	Системы «человек-машина-среда»	УК-1.1	Собеседование (устно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
2.5	Текущий контроль	Последовательность исследования ЧМС	ПК-2.2	Собеседование (устно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
2.6	Текущий контроль	Эмпирический системный анализ. Формализация и моделирования опасных процессов. Последовательность реализации методов	ПК-1.2	Собеседование (устно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)

		моделирования		
3.0	Раздел 3. Критерии анализа риска. Концепции и критерии приемлемости риска. Моделирование процесса возникновения происшествий в техносфере			
3.1	Текущий контроль	Моделирование технических систем и анализ происшествий с помощью диаграмм типа дерево	ПК-1.2	Собеседование (устно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
3.2	Текущий контроль	Правила построения дерева событий и дерева происшествий	ПК-2.2	Собеседование (устно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
3.3	Текущий контроль	Логические символы. Правила применения логических символов	ПК-2.2	Собеседование (устно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
3.4	Текущий контроль	Подготовка исходных данных для расчетов по моделям типа дерево. Расчеты по моделям типа дерево. Анализ расчетов по моделям типа дерево	ПК-2.2	Собеседование (устно) В рамках ПП**: Собеседование (устно)
3.5	Текущий контроль	Выполнение индивидуальных домашних заданий по тематике разделов	ПК-1.2 ПК-2.2	Собеседование (устно)
	Промежуточная аттестация	Экзамен	ОПК-1.1 ПК-1.2 ПК-2.2 УК-1.1	Экзамен (собеседование) Экзамен - тестирование (компьютерные технологии)

*Форма проведения контрольно-оценочного мероприятия: устно, письменно, компьютерные технологии.

**ПП – практическая подготовка

Описание показателей и критериев оценивания компетенций.

Описание шкал оценивания

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице.

Текущий контроль

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Собеседование	Средство контроля на практическом занятии, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Может быть использовано для оценки знаний обучающихся	Вопросы для собеседования по темам/разделам дисциплины

Промежуточная аттестация

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Экзамен	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий (образец экзаменационного билета) к экзамену
2	Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена	Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине (модулю) с использованием информационно-коммуникационных технологий. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий

Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме экзамена. Шкала оценивания уровня освоения компетенций

Шкала оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции
«отлично»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
«хорошо»	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
«удовлетворительно»	Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«неудовлетворительно»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов	Компетенция не сформирована

Тест – промежуточная аттестация в форме экзамена

Критерии оценивания	Шкала оценивания
Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования	«отлично»
Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования	«хорошо»

Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий при прохождении тестирования	«удовлетворительно»
Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования	«неудовлетворительно»

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Собеседование

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Глубокое и прочное усвоение программного материала. Полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания. Обучающийся свободно справляется с поставленными задачами, может обосновать принятые решения, демонстрирует владение разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ
«хорошо»		Знание программного материала, грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний, владение необходимыми навыками при выполнении практических задач
«удовлетворительно»		Обучающийся демонстрирует усвоение основного материала, при ответе допускаются неточности, при ответе недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала, затруднения в выполнении практических заданий Слабое знание программного материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических работ
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Не было попытки выполнить задание

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

3.1 Типовые контрольные вопросы для проведения собеседования

1. Определение опасности. Аксиомы о потенциальной опасности технических систем.
2. Таксономия и номенклатура опасностей.
3. Алгоритм развития опасности и ее реализация.
4. Идентификация опасностей. Причины и последствия.
5. Пороговый уровень опасностей. Показатели безопасности технических систем
6. Квантификация опасностей. Понятие риска.
7. Развитие риска на промышленных объектах
8. Анализ риска, понятие и место в обеспечении безопасности техногенных систем.
9. Оценка риска, понятие и место в обеспечении безопасности техногенных систем.
10. Управление риском, понятие и место в обеспечении безопасности техногенных систем.
11. Количественные показатели риска. Приемлемый риск.
12. Системно-динамический подход к оценке техногенного риска.
13. Принципы построения информационных технологий управления риском.
14. Понятие и методология качественного и количественного анализов опасностей и выявления отказов систем.
15. Порядок определения причин отказов и нахождения аварийного события при анализе состояния системы
16. Предварительный анализ опасностей
17. Метод анализа опасности и работоспособности.
18. Методы проверочного листа
19. Метод анализ вида и последствий отказа.

20. Метод анализ вида, последствий и критичности отказа
21. Метод построения «дерева отказов».
22. Метод построения «дерева событий».
23. Метод построения «дерева решений».
24. Метод «логического анализа».
25. Метод «контрольные карт процессов».
26. Метод «распознавание образов».
27. Метод составления таблицы состояний и аварийных сочетаний.
28. Оценка надежности человека как звена сложной технической системы.
29. Причины совершения ошибок работником.
30. Методология прогнозирования ошибок и принципы формирования баз об ошибках человека.
31. Причины, задачи и содержание экспертизы техногенных систем.
32. Организация экспертизы, подбор экспертов.
33. Экспертные оценки, опрос экспертов, оценка согласованности суждений экспертов.
34. Групповая оценка и выбор предпочтительного решения.
35. Социологические методы оценки опасностей и прогнозирования техногенных рисков.
36. Мероприятия, методы и средства обеспечения надежности и безопасности технических систем.

3.2 Типовые контрольные задания для проведения тестирования

Фонд тестовых заданий по дисциплине содержит тестовые задания, распределенные по разделам и темам, с указанием их количества и типа.

1. Что является основной целью Федерального закона от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов"?

- А) Ликвидация чрезвычайных ситуаций, возникших в результате техногенной аварии;
- Б) Снижение загрязнения окружающей среды при эксплуатации опасных производственных объектов;
- В) Предупреждение аварий на опасных производственных объектах и обеспечение готовности организаций, эксплуатирующих опасные производственные объекты, к локализации и ликвидации последствий указанных аварий;
- Г) Установление порядка расследования и учета несчастных случаев на опасном производственном объекте.

116-ФЗ введение - Настоящий Федеральный закон определяет правовые, экономические и социальные основы обеспечения безопасной эксплуатации опасных производственных объектов и направлен на предупреждение аварий на опасных производственных объектах и обеспечение готовности эксплуатирующих опасные производственные объекты

2. Промышленная безопасность опасных производственных объектов в соответствии с Федеральным законом от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" - это:

- А) Состояние защищенности конституционного права граждан Российской Федерации на благоприятную окружающую среду посредством предупреждения негативных воздействий хозяйственной и иной деятельности на окружающую природную среду;
- Б) Система установленных законом мер, обеспечивающих состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий;
- В) Состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий;

Г) Система установленных законом запретов, ограничений и предписаний по безопасной эксплуатации опасных производственных объектов.

№ 116-ФЗ *Статья 1 промышленная безопасность опасных производственных объектов (далее - промышленная безопасность, безопасность опасных производственных объектов) - состояние защищенности жизненно важных интересов личности и общества от аварий на опасных производственных объектах и последствий указанных аварий*

3. Что входит в понятие "авария" в соответствии с Федеральным законом от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов"?

А) Отказ или повреждение технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, отклонение от режима технологического процесса, нарушение положений Федерального закона №116-ФЗ от 21.07.1997, других федеральных законов и иных нормативных правовых актов Российской Федерации, а также нормативных технических документов, устанавливающих правила ведения работ

на опасном производственном объекте;

Б) Разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ;

В) Контролируемое и (или) неконтролируемое горение, а также взрыв опасного производственного объекта;

Г) Нарушение целостности или полное разрушение сооружений и технических устройств опасного производственного объекта при отсутствии взрыва либо выброса опасных веществ.

№ 116-ФЗ *Статья 1 авария - разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ*

4. Что входит в понятие "инцидент" в соответствии с Федеральным законом от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов"?

А) Отказ или повреждение технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, отклонение от установленного режима технологического процесса.

Б) Разрушение сооружений и (или) технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, неконтролируемые взрыв и (или) выброс опасных веществ, при которых нет пострадавших.

В) Контролируемое и (или) неконтролируемое горение, а также взрыв опасного производственного объекта, не сопровождающиеся выбросом в окружающую среду опасных веществ.

Г) Нарушение целостности или полное разрушение сооружений и технических устройств опасного производственного объекта при отсутствии взрыва либо выброса опасных веществ.

№ 116-ФЗ *Статья 1. Основные понятия*

инцидент - отказ или повреждение технических устройств, применяемых на опасном производственном объекте, отклонение от режима технологического процесса, нарушение положений настоящего Федерального закона, других федеральных законов, принимаемых в соответствии с ними нормативных правовых актов Президента Российской Федерации, нормативных правовых актов Правительства Российской Федерации, а также федеральных норм и правил в области промышленной безопасности;

5. В каком нормативном правовом акте содержится перечень критериев, по которым производственный объект относится к категории опасных?

А) В Федеральном законе "О промышленной безопасности опасных производственных объектов".

Б) В постановлении Правительства Российской Федерации "О регистрации объектов в государственном реестре".

В) В указе Президента Российской Федерации "Об утверждении перечня опасных производственных объектов".

Г) В Положении о Федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору.

6. На какие классы опасности в зависимости от уровня потенциальной опасности аварий на них для жизненно важных интересов личности и общества подразделяются опасные производственные объекты?

А) I класс опасности - опасные производственные объекты чрезвычайно высокой опасности;

II класс опасности - опасные производственные объекты высокой опасности;

III класс опасности - опасные производственные объекты средней опасности;

IV класс опасности - опасные производственные объекты низкой опасности.

Б) I класс опасности - опасные производственные объекты низкой опасности; II

класс опасности - опасные производственные объекты средней опасности; III

класс опасности - опасные производственные объекты высокой опасности;

IV класс опасности - опасные производственные объекты чрезвычайно высокой опасности.

В) I класс опасности - опасные производственные объекты высокой опасности; II

класс опасности - опасные производственные объекты средней опасности; III

класс опасности - опасные производственные объекты низкой опасности;

IV класс опасности - неопасные производственные объекты (вероятность аварии равна нулю).

№ 116-ФЗ Ст.2.п.3. *Опасные производственные объекты в зависимости от уровня потенциальной опасности аварий на них для жизненно важных интересов личности и общества подразделяются в соответствии с критериями, указанными в приложении 2 к настоящему Федеральному закону, на четыре класса опасности:*

I класс опасности - опасные производственные объекты чрезвычайно высокой опасности;

II класс опасности - опасные производственные объекты высокой опасности; III

класс опасности - опасные производственные объекты средней опасности; IV

класс опасности - опасные производственные объекты низкой опасности.

(п. 3 введен Федеральным законом от 04.03.2013 N 22-ФЗ)

7. Что понимается под обоснованием безопасности опасного производственного объекта?

А) Это документ, содержащий сведения об условиях безопасной эксплуатации опасного производственного объекта, требования к эксплуатации, капитальному ремонту, консервации и ликвидации опасного производственного объекта.

Б) Это документ, содержащий сведения о результатах оценки риска аварии на опасном производственном объекте и связанной с ней угрозы, требования к безопасной эксплуатации опасного производственного объекта, требования к обслуживающему персоналу.

В) Это документ, содержащий сведения о результатах оценки риска аварии на опасном производственном объекте и связанной с ней угрозы, условия безопасной эксплуатации опасного производственного объекта, требования к эксплуатации, капитальному ремонту, консервации и ликвидации опасного производственного объекта.

№ 116-ФЗ Ст.1 *обоснование безопасности опасного производственного объекта - документ, содержащий сведения о результатах оценки риска аварии на опасном производственном объекте и связанной с ней угрозы, условия безопасной эксплуатации*

опасного производственного объекта, требования к эксплуатации, капитальному ремонту, консервации и ликвидации опасного производственного объекта;

8. В какой срок организация, эксплуатирующая опасный производственный объект, при внесении изменений в обоснование безопасности опасного производственного объекта, должна направить их в Ростехнадзор?

А) В месячный срок после внесения изменений.

Б) В течение 10 рабочих дней со дня получения положительного заключения экспертизы промышленной безопасности.

В) В течение 10 рабочих дней со дня передачи обоснования на экспертизу промышленной безопасности.

Г) В месячный срок после утверждения изменений.

№ 116-ФЗ Ст.3 п. 4. Обоснование безопасности опасного производственного объекта направляется организацией, эксплуатирующей опасный производственный объект, в федеральный орган исполнительной власти в области промышленной безопасности при регистрации опасного производственного объекта в государственном реестре. Изменения, внесенные в обоснование безопасности опасного производственного объекта, направляются организацией, эксплуатирующей опасный производственный объект, в федеральный орган исполнительной власти в области промышленной безопасности в течение десяти рабочих дней со дня получения положительного заключения экспертизы промышленной безопасности.

(Пункт дополнительно включен с 15 марта 2013 года Федеральным законом от 4 марта 2013 года N 22-ФЗ).

9. В каком случае должностные лица Ростехнадзора вправе привлекать к административной ответственности лиц, виновных в нарушении требований промышленной безопасности?

А) Это не относится к их компетенции;

Б) В случаях, установленных законодательством РФ;

В) Только, если это сопряжено с направлением в суд материалов о привлечении указанных лиц к уголовной ответственности

№ 116-ФЗ ст. 16 п.4 привлекать к административной ответственности в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, лиц, виновных в нарушениях требований промышленной безопасности, а также направлять в правоохранительные органы материалы о привлечении указанных лиц к уголовной ответственности;

10. В каком случае внеплановая выездная проверка может быть проведена незамедлительно с извещением органа прокуратуры без согласования с ним?

А) По истечении срока исполнения юридическим лицом, индивидуальным предприятием выданного органом государственного надзора предписания об устранении выявленного нарушения обязательных требований промышленной безопасности;

Б) При поступлении в орган государственного надзора обращений от граждан и юридических лиц или органов государственной власти информации о фактах нарушений обязательных требований промышленной безопасности, если они создают угрозу причинения вреда или угрозу возникновения аварий и (или) чрезвычайных ситуаций техногенного характера;

В) По истечении одного года со дня окончания проведения последней плановой проверки организации по соблюдению обязательных требований промышленной безопасности.

№ 116-ФЗ Статья 16 п. 7. б) поступление в федеральный орган исполнительной власти в области промышленной безопасности обращений и заявлений граждан, в том числе индивидуальных предпринимателей, юридических лиц, информации от органов государственной власти (должностных лиц федеральных органов исполнительной власти в области промышленной

безопасности), органов местного самоуправления, из средств массовой информации о фактах нарушений обязательных требований, о несоответствии обязательным требованиям используемых зданий, помещений, сооружений, технических устройств, оборудования и материалов, осуществляемых технологических процессов, если такие нарушения создают угрозу причинения вреда жизни, здоровью людей, вреда животным, растениям, окружающей среде, безопасности государства, имуществу физических и юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, угрозу возникновения аварий и (или) чрезвычайных ситуаций техногенного характера либо влекут причинение такого вреда, возникновение аварий и (или) чрезвычайных ситуаций техногенного характера;

11. Какими документами могут устанавливаться обязательные требования в сфере технического регулирования?

А) Техническими регламентами;

Б) Национальными стандартами и сводами правил;

В) Техническими регламентами, национальными стандартами и сводами правил.

12. Что является объектом технического регулирования?

А) Требования к продукции, в том числе зданиям и сооружениям, или к продукции и связанным с требованиями к продукции процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации

Б) Только продукция

В) Опасные производственные объекты

Г) Продукция и услуги, связанные только с исполнением обязательных требований к процессам проектирования, производства, монтажа, наладки, хранения, перевозки, реализации и утилизации.

№ 184-ФЗ Статья 1 п. 1 1. Настоящий Федеральный закон регулирует отношения, возникающие при:

разработке, принятии, применении и исполнении обязательных требований к продукции, в том числе зданиям и сооружениям (далее - продукция), или к продукции и связанным с требованиями к продукции процессам проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации;

13. Какие формы обязательного подтверждения соответствия установлены Федеральным законом от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ "О техническом регулировании"?

А) Экспертиза промышленной безопасности;

Б) Только обязательная сертификация продукции;

В) Обязательная сертификация или декларирование соответствия продукции;

Г) Оценка риска применения продукции.

№ 184-ФЗ Статья 20 п. 1-4 3. Обязательное подтверждение соответствия осуществляется в формах:

принятия декларации о соответствии (далее - декларирование соответствия); обязательной сертификации.

14. Технические устройства, применяемые на опасном производственном объекте, в процессе эксплуатации подлежат:

А) Обязательной сертификации;

Б) Техническому аудиту;

В) Экспертизе промышленной безопасности, если иные формы оценки соответствия не установлены в технических регламентах.

116 ФЗ ст.7 (в ред. Федерального закона от 04.03.2013 N 22-ФЗ) п. 1. Обязательные требования к техническим устройствам, применяемым на опасном производственном объекте, и формы оценки их соответствия указанным обязательным требованиям устанавливаются в соответствии с законодательством Российской Федерации о техническом регулировании.

2. Если техническим регламентом не установлена иная форма оценки соответствия технического устройства, применяемого на опасном производственном объекте, обязательным требованиям к такому техническому устройству, оно подлежит экспертизе промышленной безопасности:

- до начала применения на опасном производственном объекте;
- по истечении срока службы или при превышении количества циклов нагрузки такого технического устройства, установленных его производителем;
- при отсутствии в технической документации данных о сроке службы такого технического устройства, если фактический срок его службы превышает двадцать лет;
- после проведения работ, связанных с изменением конструкции, заменой материала несущих элементов такого технического устройства, либо восстановительного ремонта после аварии или инцидента на опасном производственном объекте, в результате которых было повреждено такое техническое устройство.

15. В какой срок лицензирующий орган обязан принять решение о предоставлении или об отказе в предоставлении лицензии?

- А) Не позднее 60 календарных дней со дня получения заявления соискателя лицензии со всеми необходимыми документами;
- Б) Не позднее 30 рабочих дней со дня получения заявления соискателя лицензии со всеми необходимыми документами;
- В) Не позднее 45 рабочих дней со дня приема заявления о предоставлении лицензии и прилагаемых к нему документов;**
- Г) Определяется договором между лицензиатом и лицензирующим органом.

№ 99 Статья 14 п. 1. В срок, не превышающий сорока пяти рабочих дней со дня приема заявления о предоставлении лицензии и прилагаемых к нему документов, лицензирующий орган осуществляет проверку полноты и достоверности содержащихся в указанных заявлении и документах сведений

16. В каком случае лицензирующие органы могут приостанавливать действие лицензии?

- А) В случае ликвидации юридического лица или прекращения его деятельности в результате реорганизации;
- Б) В случае неуплаты лицензиатом в течение трех месяцев лицензионного сбора;
- В) В случае смены собственника организации;
- Г) В случае привлечения лицензиата к административной ответственности за неисполнение в установленный срок предписания об устранении грубого нарушения лицензионных требований.**

ФЗ № 99 Статья 20 п.1. 2) назначение лицензиату административного наказания в виде административного приостановления деятельности за грубое нарушение лицензионных требований в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

17. Кем проводится техническое расследование причин аварии на опасном производственном объекте?

А) Специальной комиссией по расследованию, возглавляемой представителем федерального органа исполнительной власти в области охраны труда;

Б) Специальной комиссией по расследованию, возглавляемой представителем Ростехнадзора или его территориального органа;

В) Комиссией по расследованию, возглавляемой либо представителем федерального органа исполнительной власти, специально уполномоченного в области охраны труда либо представителем федерального органа исполнительной власти в области промышленной безопасности;

Г) Комиссией по расследованию, возглавляемой руководителем эксплуатирующей организации, на которой произошла авария, с обязательным участием представителей федерального органа исполнительной власти в области промышленной безопасности.

№ 116-ФЗ Статья 12 п. 2. Техническое расследование причин аварии проводится специальной комиссией, возглавляемой представителем федерального органа исполнительной власти в области промышленной безопасности или его территориального органа.

18. Кто имеет право принимать решение о создании государственной комиссии по техническому расследованию причин аварии и назначать председателя указанной комиссии?

А) Только Президент Российской Федерации;

Б) Только Правительство Российской Федерации;

В) Президент Российской Федерации или Правительство Российской Федерации;

Г) Президент Российской Федерации, Правительство Российской Федерации или руководитель федерального органа исполнительной власти в области промышленной безопасности.

№ 116-ФЗ Статья 12 п. 3 Президент Российской Федерации или Правительство Российской Федерации могут принимать решение о создании государственной комиссии по техническому расследованию причин аварии и назначать председателя указанной комиссии.

19. В каком документе устанавливается порядок проведения технического расследования причин аварий?

А) В Федеральном законе от 21 июля 1997 г. № 116-ФЗ "О промышленной безопасности опасных производственных объектов".

Б) В постановлении Правительства Российской Федерации.

В) В Трудовом кодексе Российской Федерации.

Г) В нормативном документе, утвержденном федеральным органом исполнительной власти в области промышленной безопасности.

№ 116-ФЗ Статья 12 п.8. Порядок проведения технического расследования причин аварии и оформления акта технического расследования причин аварии устанавливается федеральным органом исполнительной власти в области промышленной безопасности.

20. При каком условии представители организации, эксплуатирующей опасный производственный объект, принимают участие в техническом расследовании причин аварии?

А) Нет, они в расследовании не принимают участия.

Б) В качестве члена комиссии по расследованию, но их число не должно превышать 25% от общего числа членов комиссии.

В) В качестве члена комиссии по расследованию, но их число не должно превышать 50% от общего числа членов комиссии.

21. С какой периодичностью организация, эксплуатирующая опасные производственные объекты, должна направлять информацию об инцидентах в территориальный орган Ростехнадзора?

А) Информация об инцидентах не сообщается в Ростехнадзор и его территориальные органы.

Б) Ежеквартально.

В) Информация направляется раз в три месяца при наличии инцидентов.

Г) Ежегодно, независимо от того были инциденты или нет.

22. Какие условия должны устанавливаться законом при установлении в нем нормы обязательного страхования гражданской ответственности?

А) Наличие договора страхования гражданской ответственности;

Б) Установление перечня объектов, подлежащих обязательному страхованию;

В) Установление объектов, подлежащих обязательному страхованию, минимальных размеров страховых сумм и рисков, от которых объекты должны быть застрахованы;

Г) Установление минимальных размеров страховых сумм.

23. В отношении каких опасных объектов заключается договор обязательного страхования?

А) В отношении всего предприятия;

Б) В отношении каждого опасного объекта;

В) В отношении только декларируемых опасных объектов;

Г) В отношении групп опасных объектов, объединенных по территориальному принципу или по специфике технологических операций.

24. На сколько классов опасности подразделяются опасные производственные объекты?

А) На три.

Б) На четыре.

В) На два.

Г) На пять.

116-ФЗ п.3. Опасные производственные объекты в зависимости от уровня потенциальной опасности аварий на них для жизненно важных интересов личности и общества подразделяются в соответствии с критериями, указанными в приложении 2 к настоящему Федеральному закону, на четыре класса опасности:

I класс опасности - опасные производственные объекты чрезвычайно высокой опасности;

II класс опасности - опасные производственные объекты высокой опасности; III

класс опасности - опасные производственные объекты средней опасности; IV

класс опасности - опасные производственные объекты низкой опасности.

(п. 3 введен Федеральным законом от 04.03.2013 N 22-ФЗ)

25. Что является результатом проведения экспертизы промышленной безопасности?

А) Заключение экспертизы промышленной безопасности.

Б) Сертификат соответствия объекта экспертизы.

В) Экспертная оценка объекта экспертизы, оформленная протоколом.

ФНиП № 538 IV. Оформление заключения экспертизы

24. Результатом проведения экспертизы является заключение, которое подписывается руководителем организации, проводившей экспертизу, и экспертом (экспертами), участвовавшим (участвовавшими) в проведении экспертизы, заверяется печатью экспертной организации и прошивается с указанием количества листов.

26. Какой экспертизе подлежит декларация промышленной безопасности, разрабатываемая в составе документации на техническое перевооружение опасного производственного объекта?

А) Экспертизе промышленной безопасности в установленном порядке;

Б) Государственной экспертизе в соответствии с законодательством Российской Федерации о градостроительной деятельности;

В) Никакую экспертизу декларация промышленной безопасности проходить не должна.

Г) Экологической экспертизе в установленном порядке.

116-ФЗ Статья 14 п. 5. Декларация промышленной безопасности, разрабатываемая в составе документации на техническое перевооружение, консервацию и ликвидацию опасного производственного объекта, и декларация промышленной безопасности, разрабатываемая вновь, проходят экспертизу промышленной безопасности в установленном порядке.

27. Какие формы оценки соответствия обязательным требованиям к техническим устройствам, применяемым на опасном производственном объекте, установлены в Техническом регламенте «О безопасности машин и оборудования»?

А) Добровольная или обязательная сертификация. Б)

Экспертиза промышленной безопасности.

В) Подтверждение соответствия или государственный контроль и надзор.

Г) Только добровольная сертификация.

ТР ТС 010/2011 Статья 7. Оценка соответствия

1. Машины и (или) оборудование, выпускаемые в обращение на единой таможенной территории Таможенного союза, подлежат оценке соответствия требованиям настоящего технического регламента.

Оценка соответствия требованиям настоящего технического регламента проводится в форме подтверждения соответствия и в форме государственного контроля (надзора).

28. Машины и оборудование, находящиеся в эксплуатации или изготовленные для собственных нужд не подлежат:

А) Декларированию соответствия или обязательной сертификации.

Б) Техническому аудиту.

В) Экспертизе промышленной безопасности, если иные формы соответствия не установлены в технических регламентах.

29. Что должно определяться при разработке и проектировании машины и (или) оборудования?

А) Допустимый риск для машины и (или) оборудования.

Б) Методика измерений и правила отбора образцов, необходимых для применения и исполнения требований ТР ТС 010/2011.

В) Условия безопасной эксплуатации машин и оборудования.

ТР ТС 010/2011 Ст.4 п.1. При разработке (проектировании) машины и (или) оборудования должны быть идентифицированы возможные виды опасности на всех стадиях жизненного цикла

30. Какие виды классификаций оборудования для работы во взрывоопасных средах не устанавливает ТР «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах»?

А) Классификация взрывоопасных зон.

Б) Классификация оборудования по группам (в зависимости от области применения).

В) Классификация оборудования по уровням и видам взрывозащиты. Г)

Классификация оборудования по температурным классам.

Д) Классификация оборудования по давлению.

ТР ТС 012/2011 Прилож. 1

- I. Классификация взрывоопасных зон
II. Классификация оборудования по группам IV. Виды взрывозащиты оборудования
III. Классификация оборудования по уровням взрывозащиты V. Классификация оборудования по температурным классам

31. Кто имеет право проводить сертификацию технических устройств, применяемых на опасных производственных объектах?

- А) Орган по сертификации, аккредитованный в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации.
Б) Организации, аккредитованные федеральным органом исполнительной власти по стандартизации, метрологии и сертификации.
В) Организации, аккредитованные федеральным органом исполнительной власти в области промышленной безопасности, совместно с федеральным органом исполнительной власти по стандартизации, метрологии и сертификации.

№ 184-ФЗ Ст.26 п.1. Обязательная сертификация осуществляется органом по сертификации, аккредитованным в порядке, установленном Правительством Российской Федерации.

32. В какой срок опасные производственные объекты, вводимые в эксплуатацию, должны быть внесены в государственный реестр?

- А) Не позднее трех месяцев с даты начала их эксплуатации.
Б) В течение 40 рабочих дней с даты начала их эксплуатации.
В) Не позднее 20 рабочих дней со дня поступления в регистрирующий орган сведений, характеризующих каждый объект.
Г) Срок не регламентирован.

от 24 ноября 1998 г. № 1371 п. 5. Для регистрации объектов в государственном реестре организации, эксплуатирующие эти объекты, не позднее 10 рабочих дней со дня начала их эксплуатации представляют в установленном порядке на бумажном носителе или в форме электронного документа, подписанного усиленной квалифицированной электронной подписью, сведения, характеризующие каждый объект.

6. Объекты, вводимые в установленном порядке в эксплуатацию, подлежат регистрации федеральными органами исполнительной власти и Государственной корпорацией по атомной энергии "Росатом" в государственном реестре не позднее 20 рабочих дней со дня поступления сведений, предусмотренных пунктом 5 настоящих Правил.

33. Кто должен разрабатывать Положение о производственном контроле?

- А) Только эксплуатирующая организация.
Б) Только структурные подразделения эксплуатирующей организации.
В) Эксплуатирующая организация и обособленные подразделения юридического лица.

*116 ФЗ Статья 11 п.1. Организация, эксплуатирующая опасный производственный объект, обязана организовывать и осуществлять производственный контроль за соблюдением требований промышленной безопасности в соответствии с требованиями, устанавливаемыми Правительством Российской Федерации.
от 10.03.1999 № 263 п.3. Каждая эксплуатирующая организация на основании настоящих Правил разрабатывает положение о производственном контроле с учетом профиля производственного объекта.*

Тест №2 для проверки уровня сформированности компетенций при изучении материалов практических и самостоятельных работ

1. Какие из перечисленных источников поступления загрязняющих веществ в поверхностные воды относятся к рассредоточенным?

Сельскохозяйственные угодья.

Городские и пригородные земли.

Промышленные сбросы сточных вод.

Сбросы с животноводческих комплексов.

2. К «парниковым газам» относятся:

Диоксид углерода, метан, оксиды азота.

Пары аммиака.

Водород.

Аргон.

3. Что такое предельно-допустимый выброс загрязняющих веществ в атмосферу?

Максимальная масса вредного вещества, выбрасываемая предприятием в атмосферу при аварийном режиме работы.

Выброс из одиночного источника, который не создает в приземном слое атмосферы (с учетом фона) концентрацию вредного вещества, превышающую ПДК.

Масса вредного вещества, выбрасываемого всеми предприятиями данного региона.

Общая масса вредного вещества, выбрасываемая предприятием за определенный период времени.

4. Использование химических удобрений сопряжено с некоторым риском, поскольку:

Удобрения плохо растворимы в дождевой воде.

При смыве с полей удобрения могут загрязнять водоемы.

Удобрения токсичны для деревьев и лесных растений.

Удобрения слишком дороги для многих фермеров.

5. Что такое предельно-допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в окружающей природной среде?

Минимальная концентрация вредного вещества, не вызывающая острого отравления у человека.

Максимальная концентрация вредного вещества в окружающей природной среде, которая не оказывает негативного влияния на здоровье людей и их потомство.

Минимальная концентрация вредного вещества в атмосфере, которая не вызывает у человека аллергических реакций.

Минимальная концентрация вредного вещества в составляющих биосферы, которая может быть определена современными методами анализа.

6. Что такое предельно-допустимый сброс загрязняющих веществ в гидросферу?

Максимальное количество загрязняющих веществ, которое разрешается сбрасывать в водоемы предприятию в единицу времени, не вызывая при этом превышения ПДК загрязняющих веществ и неблагоприятных экологических последствий.

Максимальное количество вредных веществ, сбрасываемых предприятием в водоем при аварийном режиме работы.

Максимальное количество вредных веществ, сбрасываемых всеми предприятиями данного региона.

Общее количество вредного вещества, сбрасываемое предприятием за определенный период времени.

7. Что такое экологическая безопасность?

Состояние защищенности природной среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной деятельности и (или) ЧС техногенного и природного характера.

Состояние защищенности природной среды только от ЧС техногенного характера.

Состояние защищенности интересов человека от любой антропогенной деятельности.

Состояние защищенности природной среды только от ЧС природного характера.

8. Что такое сточные воды?

Воды, бывшие в бытовом, производственном, сельскохозяйственном употреблении, а также прошедшие через загрязненную территорию.

Паводковые воды, селевые потоки.

Атмосферные осадки.

Вода, используемая в производственных процессах.

9. Защита поверхностных вод от загрязнения осуществляется посредством...

Развития безотходных и безводных технологий.

Очистки и обеззараживания сточных вод.

Внедрения систем оборотного водоснабжения.

Контроля температуры и химического состава сточных вод.

10. Ионы металлов извлекаются из сточных вод с помощью...

Ионного обмена.

Фильтрации.

Центрифугирования.

Коагуляции.

11. Какие из перечисленных методов можно использовать для очистки сточных вод от грубодисперсных примесей?

Отстаивание, процеживание.

Центрифугирование.

Коагуляцию, дистилляцию.

Ионный обмен.

12. Перечислите основные методы очистки водопроводной воды от возбудителей болезней?

Озонирование.

Хлорирование.

Нейтрализация.

Дистилляция.

13. Из приведённого списка выберите наиболее перспективный метод защиты атмосферного воздуха.

Применение малоотходных и безотходных технологий.

Очистка газовых выбросов от вредных примесей.

Архитектурно-планировочные решения.

Устройство санитарно - защитных зон.

14. Адсорбция - метод очистки отходящих газов, основанный на:

Поглощении жидких парообразных и газообразных примесей твердыми пористыми телами.

Поглощении газов жидкостями.

Химических превращениях токсичных компонентов в нетоксичные, происходящих на поверхности твердых катализаторов.

Фильтрации отходящих газов.

15. Как называется метод очистки промышленных выбросов от газовых примесей, основанный на химических превращениях токсичных компонентов в нетоксичные, происходящих на поверхности твердых катализаторов?

Каталитический.

Адсорбционный.

Абсорбционный.

Мембранный.

16. Какой процесс подразумевается под утилизацией отходов?

Переработка отходов с целью использования их полезных свойств или свойств их компонентов.

Захоронение отходов на санитарных полигонах.

Обработка отходов с целью уменьшения их токсичности.

Складирование отходов на бытовых свалках.

17. Сколько существует классов токсичности отходов?

Пять.

Четыре.

Три.

Твердые отходы не классифицируются.

18. Можно ли вывозить токсичные отходы четвертого класса опасности на бытовые свалки?

Можно.

Нельзя.

Можно по специальному разрешению.

Можно, но после извлечения из них токсичных веществ.

19. Что такое фоновая концентрация?

Содержание веществ в воздухе или воде, определяемое глобальной или региональной суммой естественных и антропогенных процессов.

Минимальная концентрация вещества в составляющих биосферы, которая может быть определена современными методами анализа.

Такая концентрация вредных веществ, которая не вызывает изменений в состоянии здоровья людей.

Концентрация веществ в выбросах, сбросах предприятий при нормальном режиме работы.

20. Какой показатель используется для нормирования допустимого состава сточных вод?

Предельно допустимый сброс.

Временно согласованный сброс.

Концентрация вредных веществ в водоеме, куда сбрасываются сточные воды.

Предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ в поверхностных водах для каждого вида загрязнителей.

21. Какой объект экономики считается химическим?

Объект техносферы, где производятся, получают или образуются токсичные химические вещества.

Объект техносферы, где используются, перерабатываются или хранятся, токсичные химические вещества.

Объект техносферы, где транспортируются и/или уничтожаются токсичные химические вещества.

Объект техносферы, где производятся, получают, образуются, используются, перерабатываются, хранятся, транспортируются и/или уничтожаются токсичные химические вещества.

22. Химическая безопасность это состояние химически опасного объекта экономики при котором...

Удерживается на разумно низком минимально возможном уровне риск возникновения аварии.

Удерживается на разумно низком минимально возможном уровне риск прямого или косвенного воздействия химически вредных веществ на окружающую среду и человека. Исключаются отдаленные последствия воздействия химических вредных веществ для настоящих и последующих поколений.

Исключается возможность возникновения аварии.

23. Дайте определение понятию « малоотходная технология».

Практическое применение знаний, методов и средств, обеспечивающих наиболее полное и рациональное использование природных ресурсов и защищающих окружающую природную среду.

Способ производства, при котором воздействие на окружающую среду превышает предельно-допустимые значения.

Способ производства, при котором воздействие на ОС минимально.

Способ производства, предотвращающий загрязнение ОС.

24. Какие требования к сырью, материалам и энергоресурсам выдвигает процесс создания малоотходных и безотходных технологий?

Обоснованный выбор.

Предварительная подготовка сырья.

Замена высокотоксичных материалов на менее токсичные.

Использование нетрадиционных видов энергоресурсов.

Малоотходные и безотходные технологии не предъявляют никаких дополнительных требований к сырью, материалам и энергоресурсам.

25. Что такое «безотходная технология»?

Практическое применение знаний, методов и средств, с тем, чтобы в рамках потребностей человека обеспечить наиболее полное и рациональное использование природных ресурсов, энергии и защитить ОПС.

Способ производства, при котором воздействие на ОПС не превышает допустимых значений.

Способ производства, при котором не происходит загрязнение окружающей среды.

Способ производства, при котором негативное воздействие на ОПС минимально.

26. Безотходная технология включает следующие процессы:

Комплексную переработку сырья с использованием всех его компонентов и получение продукции с отсутствием или наименьшим количеством отходов.

Создание и выпуск новой продукции с учетом ее повторного использования.

Переработку выбросов, стоков, отходов производства с получением полезной продукции.

Бессточные технологические системы и замкнутые системы газо- и водоснабжения с использованием прогрессивных способов очистки загрязненного воздуха и сточных вод.

27. Что понимается под замкнутой системой водного хозяйства предприятия?

Система, в которой вода, используется в производстве многократно без очистки.

Система, в которой вода, используется в производстве многократно с подпиткой системы, в случае необходимости.

Система, в которой производственная вода сбрасывается в водоемы после специальной очистки.

Система, в которой бытовая сточная вода подвергается биологической очистке, а затем сбрасывается в водоем.

28. Перечислите основные свойства, характеризующие надежность оборудования.

Безотказность.

Долговечность.

Ремонтопригодность.

Простота в обслуживании.

29. Перечислите основные состояния оборудования с точки зрения теории надежности.

Исправное (не исправное).

Работоспособное.

Предельное.

Повреждённое.

30. Дайте определение понятию «ОТКАЗ»?

Событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта.

Событие, заключающееся в нарушении целостности объекта при сохранении его работоспособности.

Состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация невозможна.

Состояние объекта, при котором его дальнейшая эксплуатация нецелесообразна

31. Какие из перечисленных факторов оказывают наибольшее влияние на устойчивость работы объектов экономики в условиях чрезвычайной ситуации?

Степень надежности защиты рабочих и служащих.

Надежность функционирования систем управления и связи.

Бесперебойное снабжение сырьем и энергией.

Территориальное расположение предприятия.

32. Что такое зона заражения активными химически опасными веществами (АХОВ)?

Территория, зараженная АХОВ в опасных для жизни людей концентрациях.

Территория, подвергшаяся воздействию АХОВ в результате чрезвычайной ситуации.

Территория, на которую выпали радиоактивные осадки.

Территория, загрязненная биологически активными веществами.

33. Что называется первичным облаком при определении масштабов заражения АХОВ?

Облако АХОВ, образующееся при мгновенном (1-3 мин.) переходе в атмосферу части содержимого емкости АХОВ при ее разрушении.

Облако АХОВ, образующееся при испарении разлившегося вещества с подстилающей поверхности.

Облако АХОВ, образующееся при неисправности запорных устройств в аппаратах, использующих АХОВ.

Облако АХОВ, образующееся при его переливании из одной ёмкости в другую.

34. По каким показателям проводят определение категорий взрывоопасности технологического блока?

Общий энергетический потенциал, радиус зоны разрушения технологического блока.

Общий энергетический потенциал, масса взрывоопасного вещества.

Относительный энергетический потенциал взрывоопасности, приведенная масса парогазового облака.

Трогильный эквивалент взрыва, энергетический потенциал взрывоопасности.

35. К какой категории взрывоопасности относится технологический блок, имеющий $Q_{в}=18$, $m=1200$ кг?

I

II

III

IV

60. По какому выражению определяется трогильный эквивалент взрыва ПГС?

$$Q_a = \frac{1}{16,534} \cdot \sqrt[3]{E}$$

$$W_m = \frac{0,4}{0,9} \cdot \frac{q'}{q_m} \cdot z \cdot m$$

$$m = \frac{E}{4600}$$

$$R_0 = \sqrt[3]{W_m}$$

36. К техногенным катастрофам относятся:

Крупные аварии на производстве повлекшие за собой человеческие жертвы.

Крупные аварии на транспорте, повлекшие за собой человеческие жертвы.

Явления природы, приводящие к гибели людей, уничтожению материальных ценностей.

Глобальное загрязнение биосферы.

37. Какая стадия развития чрезвычайной ситуации является самой короткой?

Инициирование.

Зарождение.

Кульминация.

Затухание.

38. Под опасностью понимается:

Негативное свойство живой материи, способное причинять ущерб самой материи, людям, природной среде и материальным ценностям.

Свойство, внутренне присущее любой сложной технической системе.

Явления, характеризующиеся наличием токсического или энергетического потенциала, который может нанести ущерб здоровью людей, окружающей среде; привести к потере сохранности материальных ценностей.

Явления, реализация которых не приводит к материальному ущербу.

39. Перечислите основные условия, необходимые для реализации опасности.

Наличие опасности.

Иницирующее событие, способствующее высвобождению опасности.

Нахождение объекта (человека или материальных ценностей) в зоне действия опасности.

Отсутствие у объекта (человека или материальных ценностей) достаточных средств защиты.

Присутствие человека в опасной зоне; наличие у объекта достаточных средств защиты.

40. Как классифицируются опасности?

Природные.

Техногенные.

Социально-экономические.

Военно-политические.

41. Перечислите основные специфические особенности химических опасностей.

Токсичные вещества находятся не только на химически опасных объектах, но и перевозятся на транспорте.

Токсиканты способны переноситься на большие расстояния.

Токсическому воздействию подвержены все представители биосферы.

Свойства токсикантов хорошо изучены.

42. Дайте определение понятию «риск».

Возможная опасность потерь, вытекающая из специфики тех или иных явлений природы и видов деятельности человеческого общества.

Мера осознаваемой человеком опасности в его жизни и деятельности.

Возможная опасность, действия наугад.

Свойство, внутренне присущее сложной технической системе.

43. Дайте определение понятию «Техногенный риск»:

Риски, связанные с опасностями, исходящими от технических объектов.

Риски, связанные с проявлением стихийных сил природы.

Риски, связанные с загрязнением окружающей среды.

Риски, связанные с опасностью потерь в результате финансово-хозяйственной деятельности.

44. Какой риск в современном обществе считается приемлемым?

Уровень риска, с которым общество готово мириться ради получения определенных благ или выгод в результате своей деятельности.

Риск от 10^{-4} до 10^{-6} (1/чел в год).

Риск, не превышающий 10^{-2} (1/чел в год).

Риск, не превышающий 10^{-3} (1/чел в год).

45. Дайте определение понятию индивидуальный риск.

Риск, которому подвергается индивидуум.

Уровень индивидуального риска, не вызывающий беспокойства индивидуума.

Уровень риска, с которым общество готово мириться ради получения определенных благ.

Уровень риска, устанавливаемый административными органами.

46. Анализ дерева отказов - это...

Описание всех возможных причин каждого события, ведущего к аварии.

Изучение всех возможных причин, которые привели к верхнему событию.

Описание пути, по которому может развиваться авария.

Изучение причин, приведших к первичному событию.

47. Как строится дерево отказов?

Аварийное событие размещается вверху, под ним последовательности событий, первичные события располагаются внизу.

Вверху располагают первичные причины (исходные события), которые могут привести к аварии, под ними - возможное аварийное событие.

Дерево отказов строится слева направо, начиная с исходного события и заканчивая аварийным событием.

Дерево отказов строится слева направо, начиная с аварийного события и заканчивая исходными событиями.

48. Что обозначает логический символ «И» (совмещение) при построении деревьев отказа?

Выходной сигнал появляется только тогда, когда поступают одновременно все входящие сигналы.

Выходной сигнал появляется при поступлении любого сигнала.

Отказ, появление которого ожидается.

Выходной сигнал появляется при поступлении одного или большего числа входящих сигналов.

49. Что обозначает логический символ «ИЛИ» (объединение) при построении деревьев отказа?

Выходной сигнал появляется только тогда, когда одновременно поступают все входящие сигналы.

Выходной сигнал появляется при поступлении любого, одного или большего числа входящих сигналов.

Отказ, появление которого ожидается.

50. Что обычно означает знак «прямоугольник» при построении дерева отказов?

Результирующее событие.

Результат конкретной комбинации отказов на входе логической схемы.

Первичный отказ.

Промежуточное событие.

51. Что обычно означает знак «окружность» при построении дерева отказов?

Результирующее событие.

Результат конкретной комбинации отказов на входе логической схемы.

Первичный отказ.

Промежуточное событие.

52. Основной закон, определяющий государственную политику в сфере защиты окружающей природной среды это:

Закон РФ «Об охране окружающей среды» (2002 г).

Закон РФ «Об охране атмосферного воздуха» (в редакции на 22.08.2004г).

Федеральный закон «О животном мире» (1995 г).

Закон РФ «О недрах» (2005 г).

53. Что такое «плата за загрязнение среды»?

Денежное возмещение предприятиями социально-экономического ущерба, наносимого их деятельностью окружающей природной среды, хозяйству и здоровью людей.

Денежное возмещение предприятиям экономического ущерба, вызванного общим загрязнением окружающей природной среды.

Денежное возмещение населению, проживающему в экологически неблагоприятных регионах страны.

Денежные выплаты предприятий за произведенные выбросы, сбросы вредных веществ в ОПС.

54. Охарактеризуйте экономические методы регулирования качества окружающей среды.

Внедрение системы платежей за загрязнение.

Внедрение экологических налогов и субсидий.

Внедрение системы обязательной ответственности.

Внедрение ограничений на выбросы и сбросы загрязняющих веществ.

55. Что такое административное регулирование качества окружающей среды?

Введение соответствующих нормативных стандартов и ограничений.

Прямой контроль и лицензирование процессов природопользования.

Введение платы за загрязнение окружающей природной среды.

Введение платы за природные ресурсы.

56. Государственная экологическая экспертиза - это:.

Процесс рассмотрения предпроектной или проектной документации, проводимое экспертными подразделениями с целью предупреждения загрязнения окружающей среды при реализации объекта экспертизы.

Процесс рассмотрения образцов любой новой продукции, проводимое экспертными подразделениями с целью предупреждения загрязнения окружающей среды при его производстве использовании или утилизации.

Документ, удостоверяющий права владельца на использование природного ресурса в фиксированный период времени.

Процесс проверки действующих предприятий на предмет их экологической безопасности.

57. Декларация безопасности» потенциально-опасного производства составляется с целью:

Информационного отражения реального состояния промышленной безопасности на объекте. Всестороннего анализа характерных опасностей и оценки риска.

Описание принятых мер технического и организационно-методического характера по предотвращению и локализации аварии.

Обеспечения экологической безопасности региона.

Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом ФТЗ.

Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

3.3 Перечень теоретических вопросов к экзамену

(для оценки знаний, умений а так же навыков и (или) опыта деятельности)

1. Определение опасности. Аксиомы о потенциальной опасности технических систем.
2. Таксономия и номенклатура опасностей.
3. Алгоритм развития опасности и ее реализация.
4. Идентификация опасностей. Причины и последствия.
5. Пороговый уровень опасностей. Показатели безопасности технических систем
6. Квантификация опасностей. Понятие риска.
7. Развитие риска на промышленных объектах
8. Анализ риска, понятие и место в обеспечении безопасности техногенных систем.
9. Оценка риска, понятие и место в обеспечении безопасности техногенных систем.
10. Управление риском, понятие и место в обеспечении безопасности техногенных систем.
11. Количественные показатели риска. Приемлемый риск.
12. Системно-динамический подход к оценке техногенного риска.
13. Принципы построения информационных технологий управления риском.
14. Понятие и методология качественного и количественного анализов опасностей и выявления отказов систем.
15. Порядок определения причин отказов и нахождения аварийного события при анализе состояния системы
16. Предварительный анализ опасностей
17. Метод анализа опасности и работоспособности.
18. Методы проверочного листа
19. Метод анализ вида и последствий отказа.
20. Метод анализ вида, последствий и критичности отказа
21. Метод построения «дерева отказов».
22. Метод построения «дерева событий».
23. Метод построения «дерева решений».
24. Метод «логического анализа».
25. Метод «контрольные карт процессов».
26. Метод «распознавание образов».
27. Метод составления таблицы состояний и аварийных сочетаний.
28. Оценка надежности человека как звена сложной технической системы.
29. Причины совершения ошибок работником.

30. Методология прогнозирования ошибок и принципы формирования баз об ошибках человека.
31. Причины, задачи и содержание экспертизы техногенных систем.
32. Организация экспертизы, подбор экспертов.
33. Экспертные оценки, опрос экспертов, оценка согласованности суждений экспертов.
34. Групповая оценка и выбор предпочтительного решения.
35. Социологические методы оценки опасностей и прогнозирования техногенных рисков.
36. Мероприятия, методы и средства обеспечения надежности и безопасности технических систем.

Примеры практических работ для проверки знаний, умений а так же навыка и (или) опыта практической деятельности

Практическая работа №1 ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОПАСНОСТИ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель работы – изучение стадии предварительного анализа опасности, служащей для выявления оборудования технической системы и отдельных событий, которые могут привести к возникновению опасностей.

2. УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Предварительный анализ опасности (ПАО) обычно включает два раздела. Целью 1 раздела ПАО является определение системы и выявление в общих чертах потенциальных опасностей. Определение системы. Риск связан с неконтролируемым освобождением энергии или утечкам токсичных веществ. Обычно одни отделения предприятия представляют большую опасность, чем другие, поэтому в самом начале анализа следует разбить предприятие на подсистемы, для этого чтобы выявить такие участки производства или его компоненты, которые являются вероятностными источниками неконтролируемых утечек. Поэтому вначале надо выявить источники опасности (возможны ли утечки ядовитых веществ, взрывы, пожары и т.д.). Затем надо определить части системы, которые могут вызывать эти опасные состояния (химические реакторы, емкости и хранилища, энергетические установки и др.).

Средствами к достижению понимания опасностей в системе являются инженерный анализ и детальное рассмотрение окружающей среды, процесса работы и самого оборудования.

Обычно необходимы определенные ограничения на анализ технических систем и окружающей среды. Например, нужно решить, будет ли анализ включать детальное изучение риска в результате саботажа, диверсий, войны, ошибок людей, поражение молнией и т.д.

Во 2 разделе задачи анализа рассматриваются с использованием более формализованных (количественных) приемов, в том числе с включением в рассмотрение последовательности событий, превращающих опасность в происшествие, а также корректирующих мероприятий для устранения последствий происшествия.

Применяется следующая схема классификации опасностей:

Класс I – пренебрежимые эффекты;

Класс II – граничные эффекты;

Класс III – критичные эффекты;

Класс IV – катастрофические последствия.

Необходимо наметить предупредительные меры (если эти меры вообще могут быть приняты), с тем чтобы исключить аварии класса IV и, возможно, классов III. Возможные решения, которые следует рассматривать, показаны на рис. 1 в виде дерева решений. После этого можно принять необходимые решения по внесению исправлений а проект в целом или изменить конструкцию оборудования, изменить цели и функции и (или) внести нештатные действия с использованием предохранительных и предупредительных устройств, противопожарных перегородок и т.п.

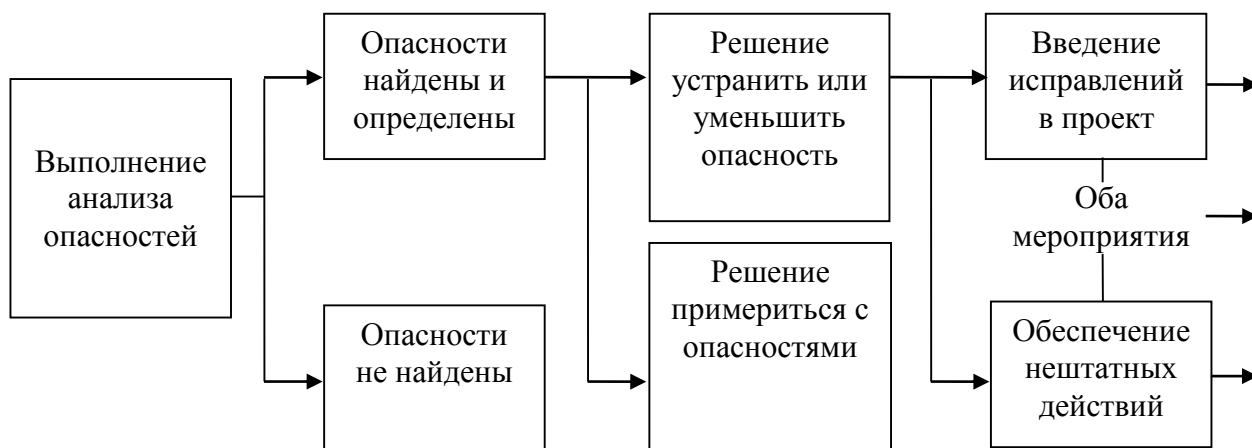


Рисунок 1 – Дерево решений для анализа опасностей

В таблице 1 приведена форма для предварительного анализа опасностей и 2 примера ее заполнения.

Таблица 1 – форма для ПАО

№	Опасный элемент	Иницирующее событие 1	Опасные условия	Иницирующее событие 2	Потенциальная авария	Последствия	Корректирующие мероприятия
Пример I	Сильный окислитель	Щелочь загрязнена смазочным маслом	Возможность сильной реакции от восстановления или окисления	Достаточное количество энергии для начала реакции	Взрыв	Ранения персонала, повреждение близлежащих построек	Хранение щелочи на достаточном расстоянии от всех источников загрязнения
Пример II	Коррозия	Содержимое стального бака загрязнено парами воды	Образование ржавчины внутри бака	Рабочее давление не снижено	Разрушение бака под давлением	Ранения персонала, повреждение близлежащих построек	Использование баков из нержавеющей сталей, размещение баков на удалении от оборудования и персонала

При выполнении практической работы группа студентов разбивается на подгруппы. Каждая подгруппа выполняет ПАО выбранных его объектов, систем и событий.

В соответствии с методическими указаниями в 1 разделе ПАО производится первичный анализ потенциальных опасностей выбранных объектов. Затем необходимо построить дерево решений для анализа опасностей. После этого заполняется форма для ПАО в соответствии с таблицей 1 и делаются выводы по ПАО.

Варианты объектов для предварительного анализа опасностей: обычное топливо, двигательное топливо, иницирующие взрывчатые вещества, заряженные электрические конденсаторы, аккумуляторные батареи, статические электрические заряды, емкости под давлением, пружинные механизмы, подвесные устройства, газогенераторы, электрические генераторы, источники высокочастотного излучения, радиоактивные источники излучения, падающие предметы, катапультированные предметы, нагревательные приборы, насосы, вентиляторы, вращающиеся механизмы, приводные устройства, ядерная техника.

3. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА.

- 1) Описание 2-3 рассматриваемых объектов.
- 2) Дерево решений по каждому объекту.
- 3) Заполнение формы для ПАО по каждому объекту.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.

- 1) Как выполняется анализ опасностей?
- 2) Чем руководствуются при определении ограничений на анализ технических систем?
- 3) Каково значение выполнения ПАО для обеспечения безопасности жизнедеятельности?

Практическая работа №2 ВЫЯВЛЕНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ОПАСНЫХ СИТУАЦИЙ. ДЕРЕВО ОТКАЗОВ. ДЕРЕВО СОБЫТИЙ

1. ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Цель работы – получение практических навыков в выявлении последовательности опасных ситуаций и построении деревьев отказов и деревьев событий.

2. УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАБОТЫ

Построение дерева отказов.

Дерево отказов представляет собой сложную структуру, лежащую в основе словесно-графического способа анализа возникновения аварии из последовательностей и комбинаций неисправностей и отказов элементов системы. Дерево отказов идентифицирует событие или ситуацию, создающие риск, после чего ставится вопрос: как могло возникнуть такое событие? Анализ дерева отказов – это описание всех возможных причин каждого события. Практическая полезность дерева отказов зависит от тщательности оценки итогового (верхнего) события. В анализе дерева отказов учитываются причины, которые привели к верхним событиям. Наиболее доступные для исследования причины – это отказы компонентов, по которым имеется достаточное количество статистических данных.

Методика построения дерева отказов заключается в следующих этапах:

1. Определяют аварийное (верхнее, конечное) событие, которое образует вершину дерева. Данное событие четко формулируют, дают признаки его точного распознавания.

Если конечное событие сразу определить не удастся, то приводят прямой анализ работы объекта с учетом изменения состояния работоспособности, перечислением возможных отказов, определения последствий этих событий.

2. Используя стандартные символы событий и логические символы (табл. 1), строят дерево в соответствии со следующими правилами:

- 2.1. Конечное (аварийное) событие помещают вверху;
- 2.2. Дерево состоит из последовательности событий, которые ведут к конечному событию;
- 2.3. Последовательности событий образуются с помощью логических знаков И и ИЛИ.
- 2.4. Событие над логическим знаком помещают в прямоугольник, а само событие описывают в этом прямоугольнике.
- 2.5. Первичные события (исходные причины) располагают снизу.

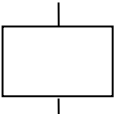
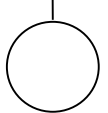
При построении дерева события располагают по уровням. Аварийное (конечное) событие занимает верхний – нулевой уровень, ниже располагают события 1-го уровня (среди них могут быть и начальные), затем 2-го уровня и т.д. Если на 1-м уровне содержится одно или несколько начальных событий, объединяемых логическим знаком ИЛИ, то возможен непосредственный переход от начального события и аварии.

3. Сложное дерево имеет различные наборы исходных событий, при которых достигается событие в вершине. Они называются аварийными сочетаниями.

Определяют минимальные аварийные сочетания и минимальную траекторию для построения дерева.

Минимальным аварийным сочетанием (МАС) называют наименьший набор исходных событий, при котором возникает событие в вершине.

Таблица 1 – Стандартные символы событий и логические символы, применяемые при построении деревьев отказов.

Вид элемента	Наименование	Описание
	Схема И (совмещение)	Выходной сигнал В появляется только тогда, когда поступают все входные сигналы $(A_1 \cap A_2 \cap \dots \cap A_n) \Rightarrow B$
	Схема ИЛИ (объединение)	Выходной сигнал В появляется при поступлении любого одного или большего числа сигналов $(A_1 \cup A_2 \cup \dots \cup A_n) \Rightarrow B$
	Результирующее событие	Результат конкретной комбинации отказов на входе логической схемы
	Первичный отказ	
	Неполное событие	Отказ (неисправность), причины которого выявлены не полностью, например из-за отсутствия информации

4. Качественно и количественно исследуют дерево отказов с помощью выделенных МАС и траекторий. Качественный анализ заключается в сопоставлении различных маршрутов от начальных событий к конечному и определении наиболее опасных путей, приводящих к аварии. При количественном исследовании рассчитывают вероятность появления аварии в течении задаваемого интервала времени по всем возможным маршрутам.

Построение дерева событий.

Дерево событий позволяет проследить последовательность аварии, т.е. набора обстоятельств (не только отказов системы, но и внешних воздействий на нее), ведущих к аварии.

Если дерево отказов позволяет учитывать только причинно-следственные связи между отказами элементов, то дерево событий дает картину физических процессов, приводящих элементы и систему к критическому состоянию.

Анализ дерева событий может дать ответы на следующие вопросы: «Какие нежелательные события могут произойти?» и «Какова вероятность таких событий?». Ответы могут быть получены с помощью анализа потенциальных последовательностей развития аварии. Последовательности определяются, начиная с какого-то исходного события и последующего суммирования прочих событий, вплоть до того момента, когда авария либо происходит, либо предотвращается. Полную картину риска дает анализ всех возможных последствий.

Дерево событий обычно рисуется слева направо и начинается с исходного события. Этим исходным событием является любое событие, которое может привести к отказу какой либо системы. В дереве событий исходные события связаны со всеми другими возможными событиями ветвями, а каждая последовательность аварии представляет собой путь развития аварии, состоящий из набора таких разветвлений.

С помощью анализа дерева событий можно определить пути развития аварии, которые вносят наибольший вклад в риск из-за их высокой вероятности.

Анализ ветвей и путей развития аварии позволяет вносить изменения в конструкцию и эксплуатационные мероприятия системы для уменьшения риска.

Пример 1. Построение дерева отказов и дерева событий для случая схода поезда с рельсов из-за дефектности рельсов, неработоспособности подвижного состава и возникновения резонансных колебаний.

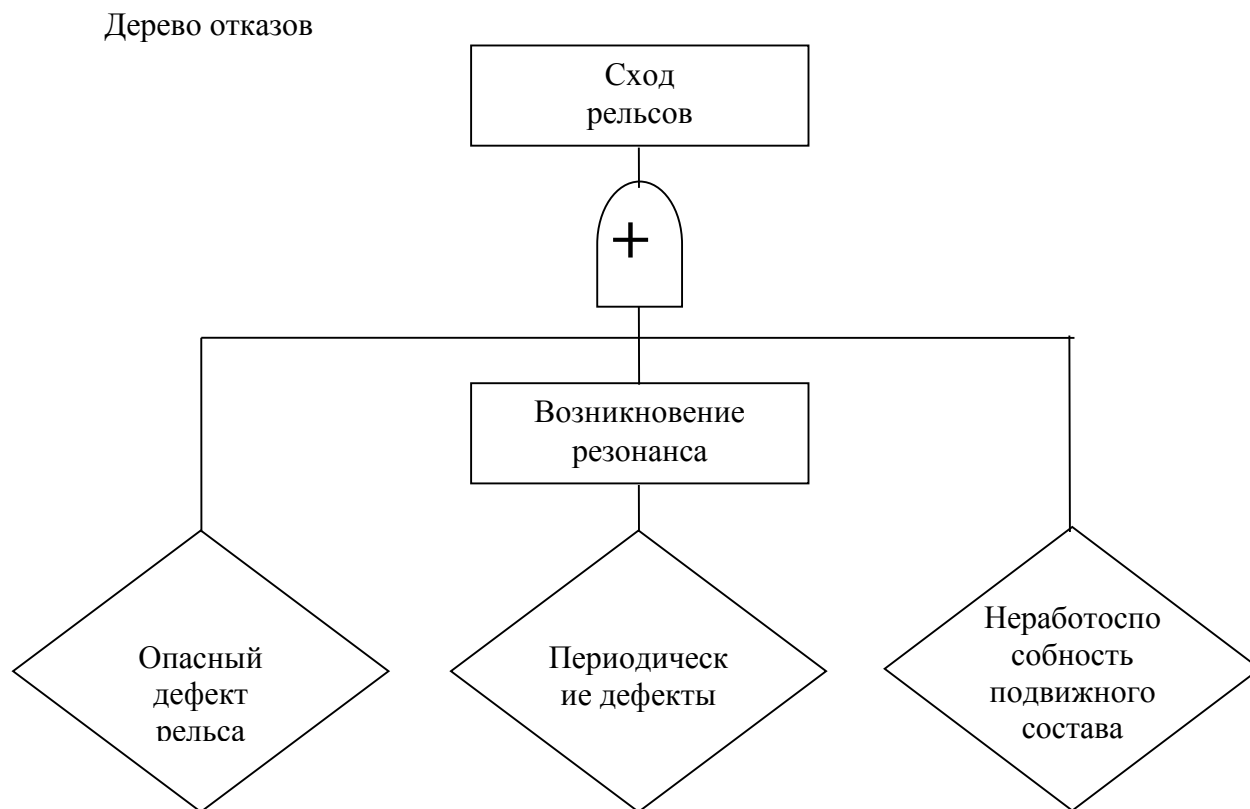


Рисунок 1 – Дерево отказов

Дерево событий

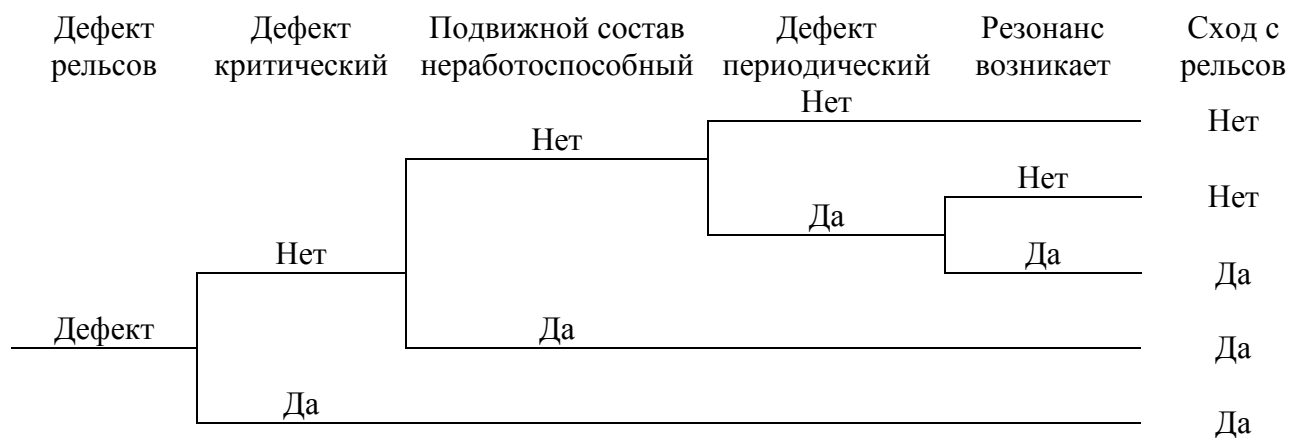


Рисунок 2 – Дерево событий

Пример 2. Построение дерева отказов при разрыве реактора на атомной станции.

Исходные события при разрыве реактора:

А – Закрыт и неисправен предохранительный клапан;

Б – Открыт клапан подачи окислителя;

В – Неисправна система блокировки при высокой температуре;

Г – Малая подача сырья;

Д – Клапан окислителя открыт и неисправен;

Е – Неисправна система регулирования расхода окислителя;

Ж – Увеличено открытие диафрагмы;

З – Понижен напор.

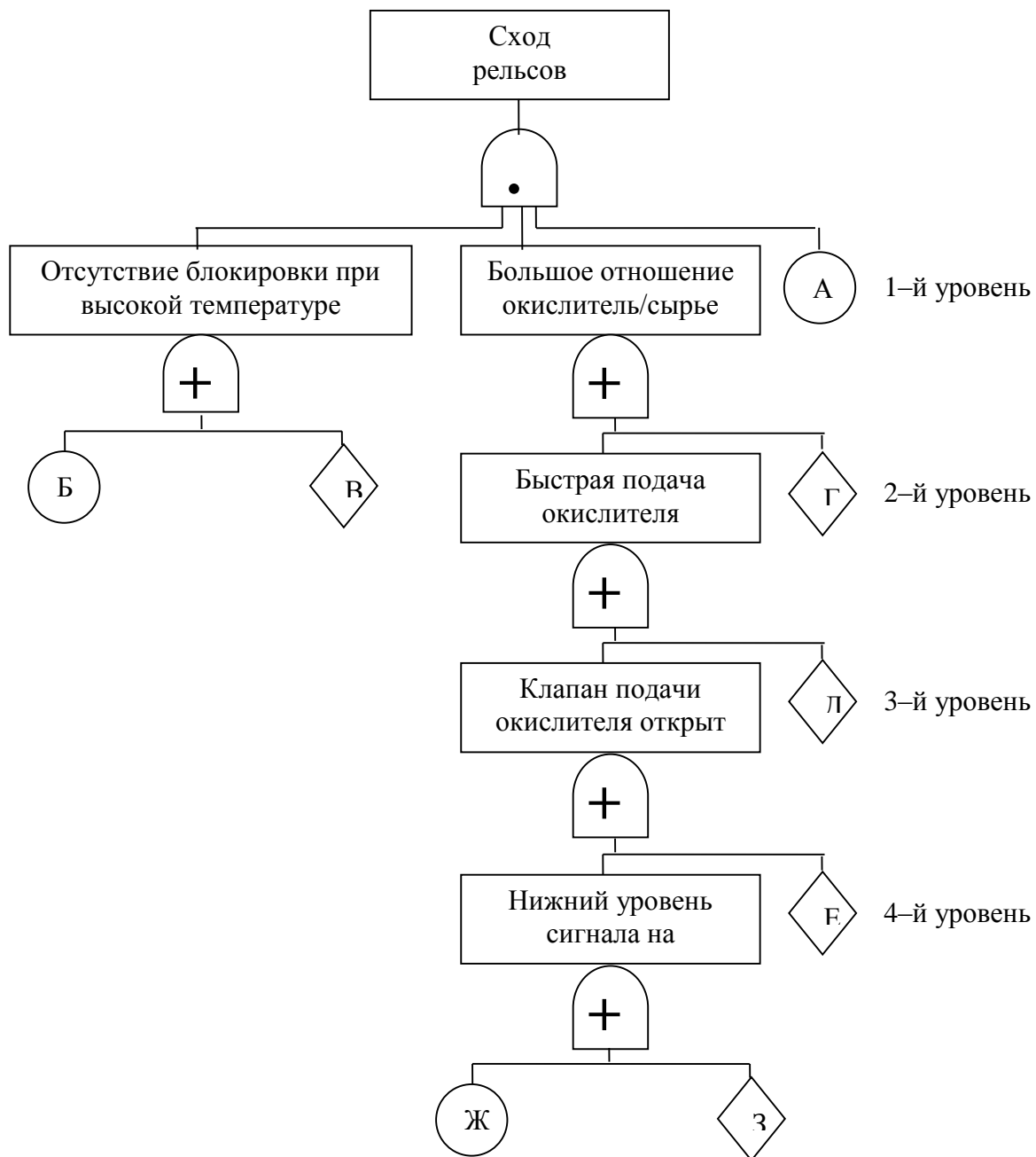


Рисунок 3 – Дерево отказов при разрыве реактора

Пример 3. Построение дерева событий при аварии на атомной станции.

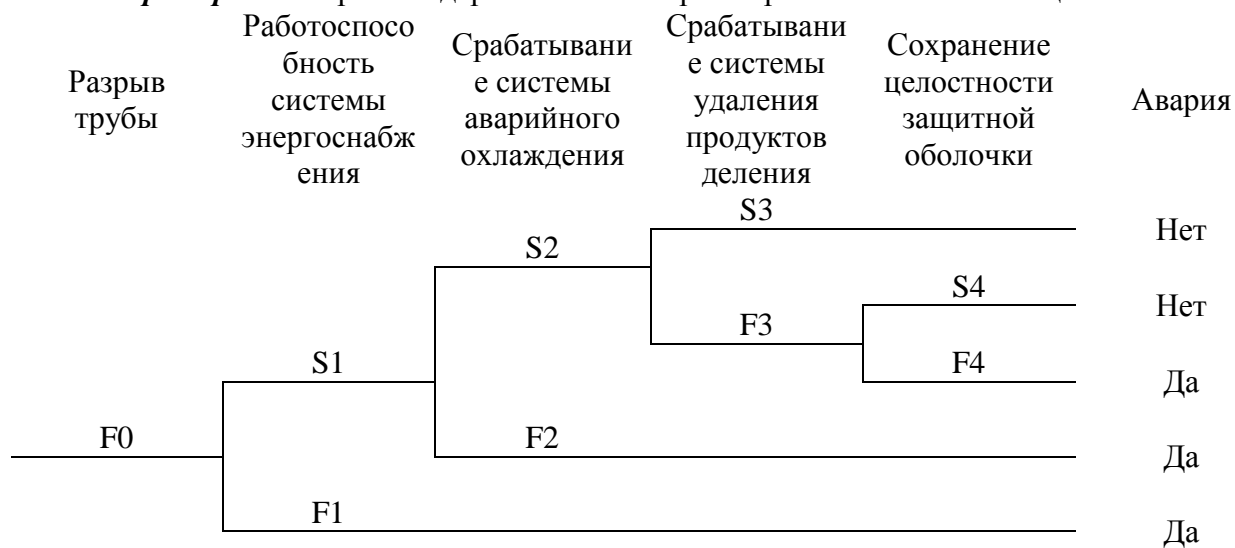


Рисунок 4 – Дерево событий при аварии на атомной станции

При выполнении практической работы группа студентов разбивается на несколько подгрупп, каждая из которых получает и самостоятельно выбирает несколько видов возможных аварий различных систем.

Для этих аварий необходимо построить деревья отказов и деревья событий, произвести их качественный анализ и наметить мероприятия по уменьшению риска.

Варианты для выполнения задачи:

1. Авария на станции технического обслуживания автомобилей
2. Пожар на деревообрабатывающем предприятии
3. Авария танкера в океане
4. Отказ энергоснабжения птицефабрики «Снежка»
5. Авария на водозаборной станции
6. Пожар в тоннеле из-за возгорания автомобиля
7. Сход грузового вагона на перегоне
8. Утечка жидкого хлора из технологического трубопровода
9. Оползень
10. Наводнение

Каждый студент индивидуально выбирает объект изучения, согласует его с преподавателем и анализирует аварийную ситуацию на нем с построением дерева отказов и дерева событий.

Практическая работа 3 Контрольные карты Шухарта для количественных данных

Статистические методы, основанные на использовании математической статистики, являются эффективным инструментом сбора, анализа и интерпретации информации о качестве. Применение этих методов, не требуя больших затрат, позволяет с заданной степенью точности и достоверности судить о состоянии исследуемых явлений (объектов, процессов) в системе управления качеством, прогнозировать и решать проблемы на всех этапах жизненного цикла продукции и на основе этого вырабатывать оптимальные управленческие решения.

В соответствие с положениями стандартов ИСО серии 9000, статистические методы рассматриваются как единый набор высокоэффективных средств обеспечения и улучшения качества на основе объективно полученных и интерпретированных фактов. Стандарты ориентируют на разработку сквозного механизма применения статистических методов, начиная с исследования требований рынка к качеству продукции и кончая ее утилизацией после использования.

Статистическое управление качеством (Statistical Quality Control – SQC) или статистическое управление процессами (Statistical Process Control – SPC) представляют собой действия, направленные, главным образом, на недопущение отклонений параметров процессов от стандартов, и, в меньшей мере, на то, чтобы обнаружить уже допущенное отклонение от стандарта. Управление процессом намного предпочтительнее контроля выходных характеристик. При этом широко используются графические методы предоставления информации, которые основываются на четких правилах, делают простым ведение протоколов (записей) и их интерпретацию.

Японские ученые отобрали семь инструментов контроля качества из всего множества статистических методов. Эти методы обеспечивают простоту, наглядность, эффективность при использовании. Их можно понять и эффективно использовать без специальной математической подготовки. Семь инструментов контроля качества составляют следующие статистические методы:

- контрольная карта.
- контрольный листок;
- гистограмма;
- диаграмма Парето;
- расслоение данных (стратификация);
- диаграмма Исикавы (причинно-следственная диаграмма);
- диаграмма разброса (поле корреляции);

По мнению японского ученого Исикавы, семь инструментов контроля качества помогают решать 95% проблем, возникающих на производстве.

Семь простых статистических методов контроля – это инструменты познания. Основное их назначение – контроль протекающего процесса и предоставление участникам процесса фактов для корректировки и улучшения процесса. Статистические методы – одна из важных составляющих TQM.

Статистические методы контроля качества в настоящее время применяются не только в производстве, но и в планировании, проектировании, маркетинге, материально-техническом снабжении и т. д.

Цель работы: Провести анализ качества продукции с использованием метода контрольных карт средних значений и размаха варьирования.

Общие положения

В данной лабораторной работе требуется оценить качество операции изготовления цилиндрических изделий (валов). Для контроля диаметра валов производятся выборки по m валов. Число выборок, количество деталей в выборке, значение диаметра вала и технический допуск на размер взять из табл. 1 согласно номеру своего варианта.

Методические указания по выполнению работы

Любые измерения в контрольных точках или на выходе технологического процесса (ТП) могут осуществляться по **количественному** или **альтернативному** признакам.

При получении данных по количественному признаку контролируемые изделия измеряют по данному показателю качества шкальным прибором или инструментом, позволяющим измерить данный показатель для любого контролируемого изделия в соответствующих единицах, например, диаметр (или его отклонения от заданной величины) в миллиметрах с десятymi (сотыми, тысячными) долями или твердость поверхности изделия после термообработки в единицах Роквелла и т.п.

Все отклонения показателя качества могут быть условно разделены на 2 класса: случайные и неслучайные.

Случайные отклонения являются итогом действия многих относительно несущественных дестабилизирующих причин, присутствующих при нормальном ходе ТП. Такие причины называют **обычными**.

Неслучайные отклонения являются итогом действия значительных дестабилизирующих причин, которые существенно изменяют ход ТП, например, переналадка станка, новая партия заготовок или отдельные заготовки в партии с другой твердостью и т.п. Такие причины изначально могут быть неизвестны, но они должны быть обнаружены и изучены по мере наблюдения и анализа работы ТП. Такие причины называют **особыми**.

Если на ТП действуют только обычные причины (факторы), колебания показателя качества в контрольных точках ТП будут сравнительно небольшими и достаточно устойчивого характера. При этом говорят, что процесс находится в статистически устойчивом, или управляемом, состоянии.

Если же на ТП воздействуют особые (неслучайные) причины, то они выводят ТП из статистически устойчивого состояния, при этом контролируемый показатель качества значительно изменяет свое среднее значение или значительно увеличивается разброс, что не может произойти по случайным причинам. Такое отклонение считается сигналом проявления особой причины.

Существуют следующие контрольные карты (КК) для количественных данных:

- карты среднего (\bar{X}) и размахов (R) или выборочных стандартных отклонений (S);

- карта индивидуальных значений (X) и скользящих размахов (R);
- карта медиан (M) и размахов (R);

Для альтернативных данных о ПК существуют следующие виды контрольных карт:

- доли дефектной продукции (P);
- числа дефектных единиц продукции (p_n);
- числа дефектов (c);
- числа дефектов на единицу продукции.

Существуют контрольные карты для непрерывных случайных величин и контрольные карты для дискретных случайных величин.

Метод контрольных карт (точечных контрольных диаграмм) заключается в том, что сводные статистические показатели по каждой выборке наносятся точками на специально подготовленные карты.

Контрольные карты – инструмент, позволяющий отслеживать ход протекания процесса и воздействовать на него, предупреждая его отклонения от предъявленных к процессу требований.

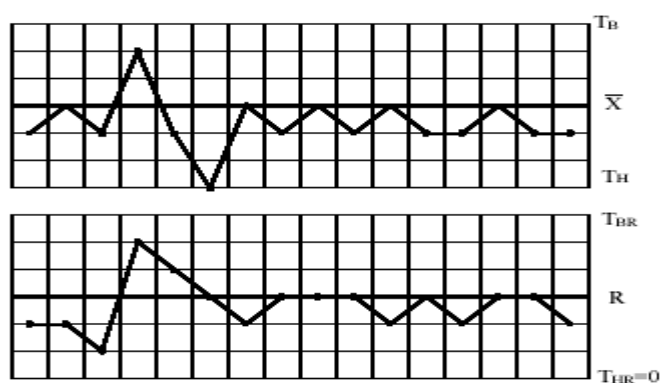


Рис. 4.21. Пример контрольной ($\bar{X} - R$)

Точечная контрольная диаграмма или контрольная карта строится для каждой контролируемой статистической характеристики количественного параметра изделия.

В лабораторной работе будем контролировать следующие две статистические характеристики:

- 1) среднее значение параметра в пробе \bar{x} ;
- 2) размах варьирования значений параметра в пробе R .

Каждая точечная контрольная диаграмма строится следующим образом: по оси абсцисс откладывают номера последовательных выборок, по оси ординат – значения контролируемой статистической характеристики параметра изделия.

На диаграмме имеется центральная линия, отвечающая среднему значению статистической характеристики. Кроме того, на диаграмме имеются две контрольные линии (нижний и верхний контрольный пределы), проведенные от центральной линии на таком расстоянии, что выход значения контролируемой характеристики за эти линии имеет достаточно малую вероятность.

Точками контролер отмечает средние результаты по каждой выборке. Если точки не выходят за контрольные линии, то процесс производства находится в состоянии статистического контроля.

Выход какой-либо точки за эти линии указывает на нарушение устойчивости производственного процесса и сигнализирует о необходимости вмешательства в этот процесс с целью его стабилизации, т.е. устранения неполадок в станке, улучшения режима его работы и т.п.

Контрольные карты были предложены в 1924 г. У. Шухартом (США).

Таблица 1 Исходные данные

№ варианта	Число выборок, N	Количество валов в выборке, m	Диаметр вала X, мм	Допуск на размер TD, мм
1	25	5	25,5	± 0,05
2	20	7	55,4	± 0,04
3	30	4	30,8	± 0,07
4	25	6	40,1	± 0,06
5	20	5	35,5	± 0,05
6	30	4	70,7	± 0,08
7	25	7	50,4	± 0,03
8	30	6	80,3	± 0,05
9	20	5	65,6	± 0,04
10	25	4	75,4	± 0,03
11	30	3	45,9	± 0,07
12	20	6	54,3	± 0,05
13	25	3	33,2	± 0,06
14	15	7	36,6	± 0,04
15	20	5	77,7	± 0,08
16	25	4	22,8	± 0,05
17	30	3	38,2	± 0,06
18	20	7	17,1	± 0,04
19	25	6	14,5	± 0,06
20	15	4	66,3	± 0,05
21	20	5	57,8	± 0,07
22	25	3	73,6	± 0,05
23	30	6	82,9	± 0,04
24	20	7	88,3	± 0,06
25	25	4	92,5	± 0,07
26	30	5	33,3	± 0,04
27	20	6	46,7	± 0,06
28	25	7	71,3	± 0,07
29	30	4	93,4	± 0,06
30	15	5	73,7	± 0,05

По исходным данным табл. 1 заполняется табл. 2 расчетными значениями.

В качестве примера рассмотрим построение контрольных карт для варианта № 30. Количество значений X соответствует объему выборки m, а сами значения X заполняются следующим образом.

Определяются верхние и нижние технические пределы по формулам:

$$X_{\text{н}} = X - TD, \quad X_{\text{в}} = X + TD.$$

Затем с использованием генератора случайных чисел производится заполнение соответствующих столбцов табл. 2. Для генерации случайных чисел удобно использовать программу Microsoft Excel.

Таблица 2 Расчетные характеристики

№ выборки	Значения X					Средне е \bar{X}	Размах R
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅		
1	73,71	73,72	73,66	73,67	73,70	73,69	0,06
2	73,69	73,68	73,66	73,69	73,65	73,67	0,04
3	73,67	73,71	73,66	73,66	73,70	73,68	0,05
4	73,68	73,67	73,69	73,72	73,70	73,69	0,05
5	73,72	73,73	73,68	73,71	73,72	73,71	0,05
6	73,67	73,67	73,66	73,71	73,67	73,68	0,05
7	73,68	73,69	73,73	73,70	73,74	73,71	0,06
8	73,66	73,65	73,67	73,72	73,66	73,67	0,07
9	73,67	73,68	73,72	73,72	73,73	73,70	0,06
10	73,71	73,70	73,68	73,69	73,67	73,69	0,04
11	73,66	73,71	73,68	73,72	73,68	73,69	0,06
12	73,69	73,68	73,66	73,74	73,69	73,69	0,08
13	73,74	73,71	73,65	73,69	73,75	73,71	0,1
14	73,74	73,73	73,70	73,68	73,71	73,71	0,06
15	73,74	73,66	73,66	73,72	73,70	73,70	0,08
ИТОГО:						1105,40	0,91

Среднее значение \bar{X} и размах варьирования R определяют по формулам

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_m}{m};$$

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

и помещают в таблицу.

По данным табл. 2 для построения контрольных карт вычисляют среднее значение диаметра вала

$$\bar{X} = \frac{1105,4}{15} = 73,694 \text{ мм}$$

и средний размах

$$\bar{R} = \frac{0,91}{15} = 0,061 \text{ мм.}$$

Далее рассчитываются контрольные пределы для средних значений:

$$X_{\text{нкл}} = \bar{x} - \frac{3}{d_m \sqrt{m}} \bar{R};$$

$$X_{\text{вкл}} = \bar{x} + \frac{3}{d_m \sqrt{m}} \bar{R}.$$

Значение коэффициента

$$\frac{3}{d_m \sqrt{n}}$$

определяется с помощью табл. 3.

Таблица 3 Коэффициенты для определения контрольных линий на диаграммах при выборках малого объема

Объем выборки, m	d_m	$\frac{3}{d_m \sqrt{n}}$	D_1	D_2	$\frac{D_1}{d_m}$	$\frac{D_2}{d_m}$
2	1,128	1,880	0	3,686	0	3,268
3	1,693	1,023	0	4,358	0	2,574
4	2,059	0,729	0	4,698	0	2,282
5	2,326	0,577	0	4,918	0	2,114
6	2,534	0,483	0	5,078	0	2,004
7	2,707	0,419	0,205	5,203	0,076	1,924

Таким образом, подставляя известные значения в формулы для нижнего и верхнего контрольных пределов, получим:

$$X_{\text{нкл}} = 73,69 - 0,577 \cdot 0,061 = 73,659;$$

$$X_{\text{вкл}} = 73,69 + 0,577 \cdot 0,061 = 73,729.$$

Затем рассчитываются контрольные пределы для размаха:

$$R_{\text{нкл}} = \frac{D_1}{d_m} \bar{R};$$

$$R_{\text{вкл}} = \frac{D_2}{d_m} \bar{R}.$$

Коэффициенты

$$\frac{D_2}{d_m} \quad \frac{D_1}{d_m}$$

также определяются по табл. 3.

Подставляя значения в формулы для нижнего и верхнего контрольных пределов по размаху, получим:

$$R_{\text{нкл}} = 0 \cdot 0,061 = 0; \quad R_{\text{вкл}} = 2,114 \cdot 0,061 = 0,13.$$

Точечная контрольная диаграмма средних значений имеет вид, показанный на рис. 1. Выход какой-либо точки за контрольные линии указывает на нарушение устойчивости технологического процесса и сигнализирует о необходимости вмешательства в этот процесс с целью его стабилизации. Этот сигнал будет своевременным, т.е. предупреждать брак, если точки, вышедшие за контрольные линии, останутся все же внутри линий, отвечающих техническим пределам (например, нижний и верхний пределы допуска).

Контрольная карта размахов строится аналогично

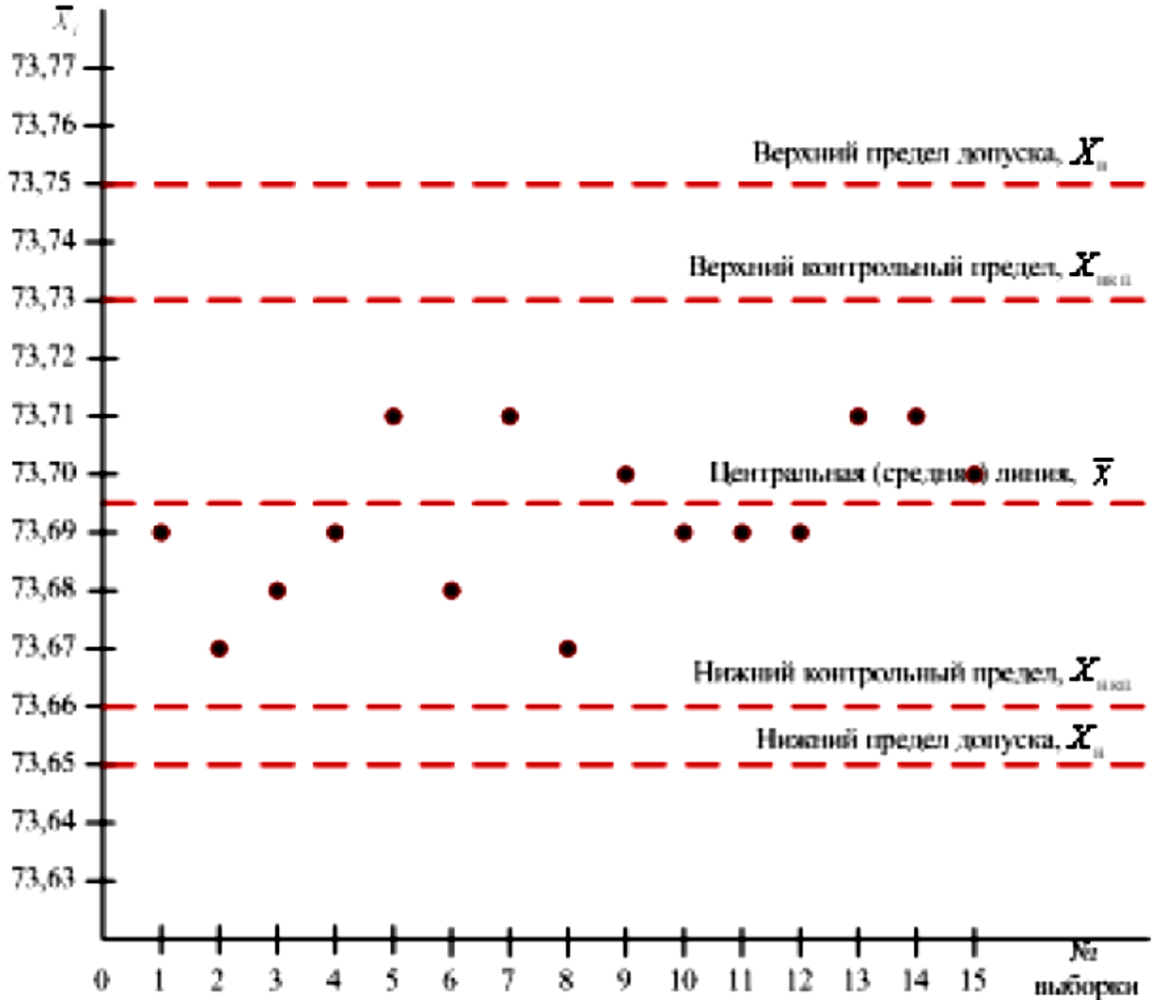


Рис.1 Контрольная карта средних значений

Рассмотрим построение р-карты. Эта карта применяется в тех случаях, когда показатель качества представлен в виде доли дефектных изделий (p_i)

$$p_i = \frac{m_i}{n} \cdot 100\%$$

где m_i – количество дефектных изделий в i -й выборке; n – объем выборки.

Значение для средней линии р-карты

$$\bar{p} = \frac{\sum_{i=1}^k p_i}{k}$$

где k – число выборок, которое должно быть больше 10.

Границы регулирования.

$$T_B = \bar{P} + 3\sigma_{\bar{P}}; T_H = \bar{P} - 3\sigma_{\bar{P}}$$

$$\sigma_{\bar{P}} = \sqrt{\frac{\bar{P}(1-\bar{P})}{n}}$$

Найденные средняя линия и границы регулирования наносятся на контрольную карту. Ординатами точек р-карты является доля дефектных изделий p_i , а абсциссами – номера выборок.

Контрольные карты позволяют выявить тенденцию процесса и предупредить выход его из-под контроля. В зависимости от расположения точек на графике можно судить о ходе технологического процесса. Если точки оказываются по одну сторону от средней линии, то такое состояние называется серией. Серия в семь точек рассматривается как ненормальная (рис. 4.22)

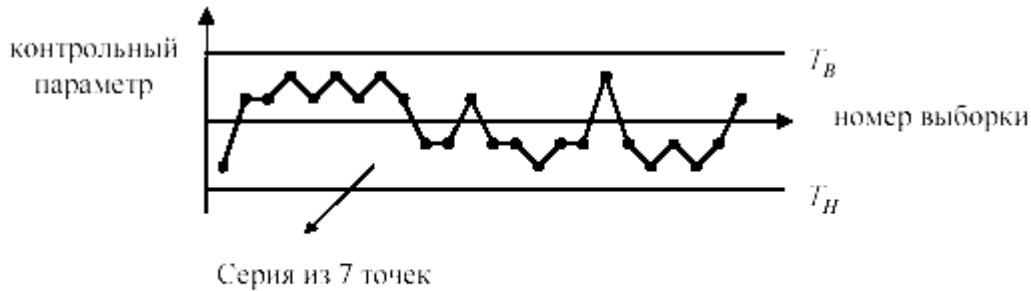


Рис. 4.22. Ненормальное протекание процесса

Ненормальным считается и состояние, когда десять точек из двенадцати находятся по одну сторону от центральной линии (рис. 4.22).

Если точки образуют непрерывно повышающуюся или понижающуюся кривую, то имеет место тренд (дрейф) (рис. 4.23).



Рис. 4.23. Тренд

Если точки приближаются к контрольным пределам, то нужно провести 2σ контрольные пределы (не следует забывать, что контрольные пределы равны $\pm 3\sigma$).

Если достаточно часто 2 – 3 точки оказываются за контрольными пределами, то такое состояние рассматривается как ненормальное (рис. 4.24).

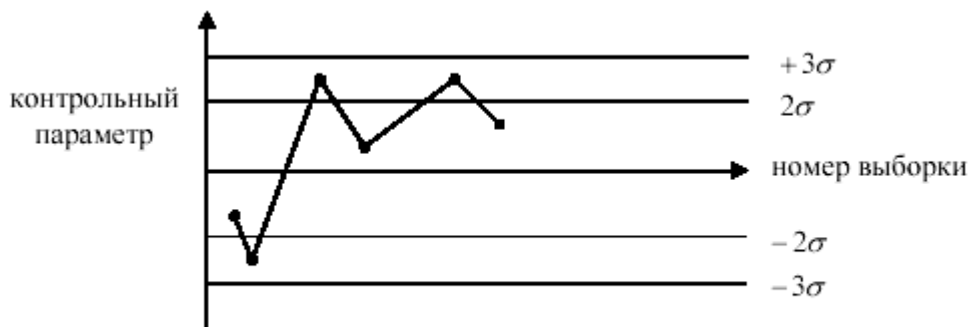


Рис. 4.24. Выход точек за пределы $\pm 2\sigma$

Приближение точек к центральной линии вовсе не означает, что достигнуто контролируемое состояние. Это может означать, что в выборках смешиваются данные из разных распределений. Нужно изменить способ отбора выборок. Состояние, когда точки располагаются по кривой, напоминающей синусоиду (рис. 4.25) с примерно одинаковыми интервалами времени, называется периодичностью. Такой процесс считается ненормальным.

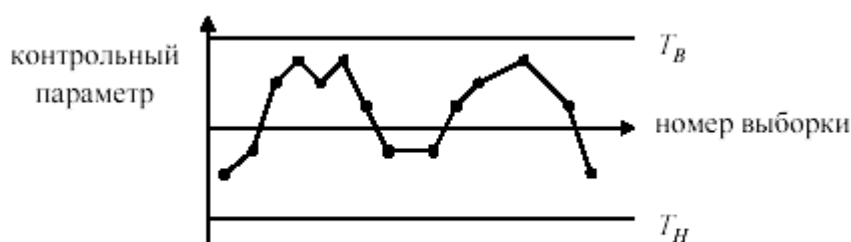


Рис. 4.25. Периодичность

Как правило, анализ процесса методом контрольных карт ведется совместно с другими статистическими методами.

Содержание отчета

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Исходные данные.
4. Заполненная таблица расчетных характеристик.
5. Расчет средних значений (диаметра и размаха варьирования).
6. Расчет нижнего и верхнего контрольного предела (для контрольной карты средних значений и контрольной карты размахов варьирования).
7. Построение контрольной карты средних значений.
8. Построение контрольной карты размахов варьирования.
9. Выделение точек вне границ, особые структуры или тренды.
10. Выводы по результатам обработки данных.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные инструменты контроля качества.
2. Каково назначение контрольных карт?
3. Перечислите виды контрольных карт.
4. Что такое статистически управляемое и статистически неуправляемое состояние процесса?
5. Назовите основные этапы построения контрольных карт для количественных данных на примере одной из них.

Практическая работа №4 КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ В РАСПОЗНАВАНИИ ОБРАЗОВ

Цель работы: Ознакомиться с методами кластеризации образов и расстояниями в пространстве признаков, разработать программу, выполняющую кластеризацию заданного множества образов.

Теоретические пояснения.

Любой физический объект или процесс обладает набором некоторых параметров (характеристик, свойств), которые, собственно, и позволяют отличать один объект от другого. Объекты, имеющие похожие параметры, можно объединить в группу (класс). Отнесение некоторого объекта к одной из известных групп называется распознаванием или классификацией.

Измеряемые или вычисляемые свойства объектов, позволяющие отличить классы друг от друга, называются признаками. Совокупность конкретных значений признаков, относящихся к одному объекту, называется образом объекта. Тогда класс можно определить как множество образов, обладающих рядом близких значений признаков. Эти образы называются элементами класса.

В пределе каждый класс может состоять только из одного элемента, как, например, при распознавании человека. В таком случае принято говорить об опознавании или идентификации образа. С другой стороны, все множество образов может быть разделено всего на два класса, например «свой», «чужой».

При разработке системы распознавания некоторого множества образов, разделенного на классы, используется одно множество признаков, отличающихся значениями для разных классов. Если число признаков, используемых при классификации, равно n , то образ можно представить в виде некоторого упорядоченного набора значений признаков или вектора признаков вида $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_n)$, где x_i – значение i -го признака данного образа. В многомерном пространстве, осями координат которого являются отдельные признаки, каждый образ определяется точкой, причем расстояние от этой точки до начала координат и расстояние между точками определяется выбранной метрикой пространства.

Каждый класс занимает некоторую область в n -мерном пространстве признаков. Форма этой области определяется степенью отличия элементов класса и может задаваться границами, например, плоскостями, или характеристиками признаков класса, например, векторами средних значений и среднеквадратичных отклонений признаков.

Множество образов, используемое при разработке системы распознавания, называется обучаемым. Элементы этого множества относятся к разным классам, причем иногда заранее неизвестно к какому классу относится каждый образ. Порой неизвестно и число классов, на которые можно разделить множество имеющихся образов. Процедуру разбиения множества образов на классы называют кластеризацией, а совокупность, отнесенных к отдельному классу образов – кластером. Результаты кластеризации зависят от выбранной метрики пространства признаков и применяемого метода кластеризации.

Для определения расстояния между точками в пространстве признаков необходимо выбрать метрику, т.е. определить процедуру измерения расстояния d_{lp} между точками l и p в этом пространстве так, чтобы выполнялись следующие аксиомы:

- симметричность расстояния ($d_{lp} = d_{pl}$);
- правило треугольника ($d_{lh} + d_{hp} > d_{lp}$);
- положительность расстояния ($d_{lp} \geq 0$, причем $d_{lp} = 0$ только если $l = p$)

Наиболее часто в пространстве признаков используется Евклидово расстояние:

$$d_{lp} = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_{il} - x_{ip})^2}, \quad (1)$$

где x_{il}, x_{ip} – i -ые координаты точек l и p соответственно. Так как при распознавании важно не абсолютное, а относительное расстояние между точками в пространстве признаков, то квадратный корень в (1), как правило, не вычисляется. В векторной форме Евклидово расстояние между двумя образами в пространстве признаков можно представить как: $d_{lp} = (\mathbf{x}_l - \mathbf{x}_p) \times (\mathbf{x}_l - \mathbf{x}_p)^T, \quad (2)$

где \times – операция умножения векторов, $\mathbf{x}_l, \mathbf{x}_p$ – вектор-строка признаков для образов/и соответственно.

Евклидово расстояние является частным случаем расстояния Минковского, которое

$$d_{lp} = \sum_{i=1}^n (x_{il} - x_{ip})^\lambda, \quad (3)$$

где λ – целое положительное число.

Манхеттенское расстояние представляет собой сумму абсолютных значений разности

$$d_{lp} = \sum_{i=1}^n |x_{il} - x_{ip}|. \quad (4)$$

двух образов по каждому признаку, т.е.

За расстояние доминирования между двумя образами принимается максимальная разность значений признаков, т.е.

$$d_{lp} = \max_{i=1, n} (|x_{il} - x_{ip}|). \quad (5)$$

Если диапазоны возможных значений признаков существенно отличаются, например, число углов замкнутого контура и его длина в миллиметрах, то признаки нормируются.

$x' = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$, где x' – нормированное значение признака, x_{\max}, x_{\min} – возможные максимальное и минимальное значения признака. В результате все признаки получают один диапазон изменения 0 ... 1.

Учесть различие диапазонов изменений признаков позволяет и расстояние Камберра:

$$d_{lp} = \sum_{i=1}^n \frac{|x_{il} - x_{ip}|}{|x_{il} + x_{ip}|}, \quad (6)$$

которое не требует предварительного нормирования признаков. Из (6) следует, что чем меньше абсолютное значение признака, тем большее влияние он оказывает на результат вычисления расстояния.

Признаки могут иметь разную ценность при распознавании, например, отличие в числе вершин на единицу более существенно, чем такое же по величине отличие в длине контура. Чтобы учесть этот момент применяют весовые коэффициенты признаков, что приводит к изменению формул (1) – (6), например, формула для вычисления Евклидова расстояния

будет иметь вид $d_{lp} = \sqrt{\sum_{i=1}^n \eta_i (x_{il} - x_{ip})^2}$, где η_i – весовой коэффициент i -го признака.

Косинусное расстояние представляет собой угол α_{lp} между векторами $\mathbf{x}_l, \mathbf{x}_p$. В векторной форме оно вычисляется как:

$$\alpha_{lp} = \arccos \left(\frac{\mathbf{x}_l \times \mathbf{x}_p^T}{(\mathbf{x}_l \times \mathbf{x}_l^T)^{1/2} (\mathbf{x}_p \times \mathbf{x}_p^T)^{1/2}} \right), \quad (7)$$

и дает хорошие результаты при распознавании классов, образы которых вытянуты вдоль радиус-вектора в пространстве признаков. Так как расстояние (7) основано на скалярном произведении векторов $\mathbf{x}_l \times \mathbf{x}_p^T = (\mathbf{x}_l \times \mathbf{x}_l^T)^{1/2} (\mathbf{x}_p \times \mathbf{x}_p^T)^{1/2} \cos(\alpha)$, то в качестве альтернативы косинусному расстоянию можно использовать обратное значение скалярного произведения векторов.

При разработке системы распознавания кроме расстояния между точками в пространстве признаков необходимо задать и способ определения расстояния между точкой и множеством точек, которое далее будем называть классом. Как правило, при задании этого способа используются статистические характеристики признаков класса: вектор средних значений \mathbf{m} и ковариационная матрица \mathbf{Cov} или матрица ковариации.

Статистические характеристики признаков класса вычисляются следующим образом. Пусть набор n -мерных векторов, описывающих в пространстве признаков множество

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & \dots & x_{1m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & \dots & x_{nm} \end{pmatrix},$$

образов, относящихся к одному классу, задан в виде матрицы: где m – число образов, составляющих данный класс.

Тогда $\mathbf{m} = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_n) : \mu_i = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m x_{ik}$, (8)

$$\mathbf{Cov} = \begin{pmatrix} D_{11} & D_{12} & \dots & D_{1n} \\ D_{21} & D_{22} & \dots & D_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ D_{n1} & D_{n2} & \dots & D_{nn} \end{pmatrix} : \begin{cases} D_{ii} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m (x_{ik} - \mu_i)^2; \\ D_{ij} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m (x_{ik} - \mu_i)(x_{jk} - \mu_j), \end{cases} \quad (9)$$

где x_{ik} – значение i -го признака k -го образа ($k=1, \dots, m$), μ_i – среднее значение i -ой компоненты вектора признаков, D_{ii} – дисперсия i -го признака, D_{ij} – коэффициент ковариации i -го и j -го признаков.

Из (9) видно, что ковариационная матрица симметрична относительно главной диагонали и, следовательно, необходимо вычислять только половину ее элементов. Ковариация характеризует степень линейной зависимости случайных величин. Если ковариация равна нулю, то величины называются некоррелированными.

Необходимо отметить важный факт, касающийся ковариационной матрицы. Если число образов, относящихся к некоторому классу, меньше или равно числу признаков, то ковариационная матрица, вычисляемая по этому множеству образов, будет вырожденной при любых значениях признаков каждого образа. Справедливость данного утверждения легко показать, если представить ковариационную матрицу как результат матричного умножения

$\mathbf{Cov} = \mathbf{x}_c \times \mathbf{x}_c^T$, где $\mathbf{x}_c = \begin{pmatrix} \mathbf{x}_1 - \mathbf{m} \\ \dots \\ \mathbf{x}_m - \mathbf{m} \end{pmatrix}$. Как известно из линейной алгебры определитель матрицы, полученной таким образом, равен нулю, если $m \leq n$, следовательно, обратная ковариационная матрица существует только при выполнении условия $m > n$.

Наиболее простой способ определения расстояния между точкой и классом в пространстве признаков состоит в использовании формул (1) – (7) с заменой вектора признаков одной из точек на вектор средних значений признаков класса. Такой подход не учитывает степень компактности класса, которая определяется дисперсиями его признаков. Следующие два расстояния позволяют устранить этот недостаток.

Евклидово расстояние с учетом дисперсий между точкой и классом в пространстве признаков: $d = (\mathbf{x} - \mathbf{m}) \mathbf{D}^{-1} (\mathbf{x} - \mathbf{m})^T$, (10)

где \mathbf{x} – вектор признаков точки, \mathbf{m} – вектор средних значений признаков класса, \mathbf{D} – диагональная матрица (диагональные элементы – дисперсии признаков).

Более полно учесть статистические особенности признаков позволяет расстояние Махаланобиса: $d = (\mathbf{x} - \mathbf{m}) \mathbf{Cov}^{-1} (\mathbf{x} - \mathbf{m})^T$, (11)

где \mathbf{Cov}^{-1} – обратная ковариационная матрица признаков.

Расстояния (10) и (11) дают хорошие результаты для классов, имеющих эллипсоидную форму в пространстве признаков. Для классов, имеющих более сложную форму в качестве расстояния между точкой и классом часто используется расстояние от точки до ближайшего представителя класса, что существенно увеличивает время вычислений, особенно при большом количестве точек, принадлежащих классу.

Третьим видом расстояний, которое иногда приходится задавать при разработке системы распознавания, является расстояние между классами. Наиболее простой способ – использование расстояний (1) – (7) с заменой векторов признаков точек на вектора средних значений. Такой способ дает хорошие результаты для компактных классов, имеющих эллипсоидную форму. Для классов сложной формы можно использовать приведенные ниже расстояния.

Расстояние ближнего соседа – расстояние между ближайшими точками, принадлежащими разным классам w_1 и w_2 , т.е.

$$d(w_1, w_2) = \min(d_{lp}), (l=1, m_1; p=1, m_2), (12)$$

где m_1, m_2 – число точек классов w_1 и w_2 соответственно.

Расстояние дальнего соседа – расстояние между самыми дальними точками, принадлежащими разным классам w_1 и w_2 , т.е.

$$d(w_1, w_2) = \max(d_{lp}), (l=1, m_1; p=1, m_2), (13)$$

К-расстояние или расстояние по Колмогорову между классами определяется как:

$$d(w_1, w_2) = \left(\frac{1}{m_1 m_2} \sum_{l=1}^{m_1} \sum_{p=1}^{m_2} d_{lp}^\lambda \right)^{1/\lambda}, (14)$$

где λ – целое число в диапазоне $\pm \infty$. При $\lambda \rightarrow \infty$ К-расстояние вырождается в расстояние дальнего соседа, а при $\lambda \rightarrow -\infty$ – в расстояние ближнего соседа.

Отметим, что в (12) – (14) способ определения расстояния между точками d_{lp} выбирается разработчиком системы распознавания, например, из (1) – (7).

Основной целью кластеризации является разбиение множества образов на подмножества близких между собой образов. Определение степени близости зависит от способа вычисления расстояний и метода кластеризации. Ниже рассмотрено несколько наиболее простых методов кластеризации.

Пороговый алгоритм кластеризации. Пусть в пространстве признаков задано множество образов $M = \{x_1, \dots, x_k, \dots, x_m\}$, где x_k – вектор признаков k -го образа, m – мощность множества. Будем считать, что центр первого кластера w_1 совпадает с любым из образов множества, например с x_1 , т.е. $w_1 = x_1$. Далее вычисляется расстояние d_{21} между образом x_2 и центром кластера w_1 . Напомним, что способ вычисления расстояния между точкой и кластером выбирается разработчиком. Если значение расстояния больше заранее заданной пороговой величины t , то образ x_2 принимается за новый центр кластера w_2 . В противном случае образ x_2 включается в кластер w_1 . Для следующего образа оцениваются расстояния от него до имеющихся кластеров. Если **все** расстояния больше порога, то образ принимается за новый кластер. Если часть расстояний меньше порога, то образ относится к ближайшему кластеру. Процедура продолжается пока не будут исчерпаны все образы множества M .

Следует отметить, что при добавлении образа в кластер характеристики кластера пересчитываются, а результат кластеризации зависит от выбора первого центра кластера, способа вычисления расстояния и значения порога.

Для кластеров сложной, например, вытянутой, формы можно применить метод цепной кластеризации, являющийся разновидностью порогового алгоритма кластеризации. В данном методе за расстояние между точкой и кластером в пространстве признаков принимается расстояние от точки до ближайшего представителя кластера.

Метод заключается в следующем. В начале любому образу присваивается принадлежность к первому кластеру. К данному кластеру присоединяются все образы, принадлежность которых к какому-либо кластеру еще не установлена, и расстояние от которых до исходного образа меньше порога t . Затем для каждого из присоединенных образов данная процедура повторяется. После того как к первому кластеру больше нельзя отнести ни одного образа, среди оставшихся в качестве исходного образа для второго кластера берется произвольный образ. Процедура повторяется до тех пор, пока не будут исчерпаны все образы.

Метод кластеризации слиянием тоже достаточно прост. В начале каждый образ считается отдельным кластером, далее вычисляется расстояние между всеми кластерами, т.е. формируется квадратная, диагонально-симметричная таблица расстояний, строки и столбцы которой – имеющиеся кластеры. На каждом шаге сливаются два самых близких кластера, после чего размер таблицы уменьшается и вычисляются новые расстояния между кластерами. Процесс прекращается при достижении заданного числа кластеров или когда расстояние между ближайшими кластерами больше заданного порога.

Данный метод требует многократных вычислений изменяющихся на каждом шаге расстояний, что может стать достаточно трудоемкой задачей при большом количестве образов.

Метод кластеризации по k средним требует задания числа кластеров – k . На первом шаге в пространстве признаков произвольно выбирается положение k центров кластеров, не обязательно совпадающих с какими-либо образами. Далее на каждом шаге, во-первых, каждый образ относится к тому кластеру, расстояние до центра которого для него минимально, а во-вторых, после распределения всех образов по кластерам производится перерасчет положения центров кластеров. Процесс продолжается до тех пор, пока не стабилизируется состав кластеров.

Цель метода – минимизировать суммарное расстояние от центров кластеров до отнесенных к ним образов по всем кластерам. Возможно схождение процесса к локальному минимуму, а также отсутствие образов в некоторых кластерах, но, изменяя число кластеров и сравнивая результаты, можно найти подходящее число кластеров.

Порядок выполнения работы

1. Разработать программу, выполняющую кластеризацию заданного множества образов с возможностью нормирования признаков и введения весов (способы задания расстояний, метод кластеризации и состав множества образов выбирается в соответствии с номером варианта).

2. Провести эксперименты по кластеризации, изменяя порог и/или число формируемых кластеров, а также используя нормирование признаков и весовые коэффициенты.

3. Проанализировать полученные результаты и подготовить отчет.

Содержание отчета

1. Цель работы и задание.
2. Используемые в программе расстояния и метод кластеризации.
3. Описание интерфейса и текст разработанной программы.
4. Результаты экспериментов.
5. Анализ результатов и выводы.

Контрольные вопросы

1. Чем характеризуется образ в пространстве признаков?
2. Что такое расстояние в метрическом пространстве?
3. Какие виды расстояний необходимо задавать для кластеризации?
4. Как вычисляются статистические характеристики кластера?
5. Какие методы кластеризации требуют задания порога?

Варианты заданий

В вариантах заданий, приведенных в таблице 1, используется следующая нумерация расстояний и методов кластеризации.

Расстояние между образами: 1 – Евклидово; 2 – Манхеттенское; 3 – доминирования; 4 – Камберра; 5 – косинусное.

Расстояние между образом и кластером: 1 – до центра кластера (вариант расстояния между точками); 2 – до ближнего образа кластера (вариант расстояния между точками); 3 – Евклидово с учетом дисперсии; 4 – Махаланобиса.

Расстояние между кластерами (в скобках указан вариант расстояния между точками): 1 – между центрами; 2 – ближнего соседа; 3 – дальнего соседа; 4 – К-расстояние.

Метод кластеризации: 1 – пороговый; 2 – цепной; 3 – слиянием; 4 – по k средним.

Таблица 1

№вар.	Расстояние между			Метод кластеризации	№ множества образов
	образами	кластером образом	и кластерами		
1	1, 3	1(1), 1(3)	-	1	1

2	2, 4	1(2), 1(4)	-	1	2
3	1	3(1)	-	1	3
4	1	4(1)	-	1	4
5	5	1(5)	-	1	5
6	1, 3	2(1), 2(3)	-	2	6
7	2, 4	2(2), 2(4)	-	2	7
8	5	2(5)	-	2	8
9	1, 3	-	1(1), 1(3)	3	9
10	1, 3	-	2(1), 2(3)	3	10
11	1, 3	-	3(1), 3(3)	3	11
12	1	-	4(1)	3	12
13	2, 4	-	1(2), 1(4)	3	1
14	2, 4	-	2(2), 2(4)	3	2
15	2, 4	-	3(2)	3	3
16	2, 4	-	4(2)	3	4
17	2, 4	-	3(4)	3	5
18	2, 4	-	4(4)	3	6
19	5	-	1(5)	3	7
20	5	-	4(5)	3	8
21	1	1(1), 3(1)	-	4	9
22	1	1(1), 4(1)	-	4	10
23	2	1(2), 4(2)	-	4	11
24	5	1(5)	-	4	12

Множество образов для кластеризации выбирается из таблицы 2 в соответствии с номером варианта задания.

Таблица 2

№мн.	Состав множества образов для кластеризации
1	(0,0,1), (0,1,7), (5,7,4), (0,5,5), (9,4,5), (7,1,0) (10,0,19), (0,12,7), (-5,-4,5), (20,10,15), (0,15,-16), (-1,9,-30)

2	(11,2,15), (5,18,4), (-10,-3,3), (18,15,14), (2,19,-13), (-3,5,-33), (13,5,12), (6,11,1), (-7,-2,2), (14,13,11), (4,20,-11), (-5,8,-21)
3	(15,6,15), (1,19,0), (-8,-1,4), (13,19,15), (15,17,-14), (-3,9,-35), (12,4,16), (8,14,9), (-6,0,5), (11,17,10), (12,17,-10), (-1,10,-25)
4	(16,1,11), (9,13,8), (-9,-2,1), (17,12,14), (8,16,-19), (-2,7,-29), (19,7,10), (4,12,5), (-10,-4,3), (16,15,16), (6,16,-17), (-4,6,-32)
5	(20,3,19), (7,18,4), (-5,-5,2), (15,19,20), (11,19,-20), (-3,8,-30), (17,5,13), (6,15,3), (-8,-3,4), (11,13,18), (18,17,-15), (-4,7,-34)
6	(17,0,11), (5,13,0), (-5,-4,0), (14,16,18), (5,15,-11), (-3,10,-35), (16,2,15), (6,15,3), (-9,-2,5), (19,17,11), (6,13,-14), (-4,5,-25)
7	(11,5,19), (9,10,4), (-7,0,3), (13,14,15), (12,19,-17), (-5,9,-30), (20,7,20), (0,19,9), (-6,-1,2), (13,11,18), (0,15,-20), (-2,6,-24)
8	(19,4,13), (8,14,10), (-6,-5,1), (20,20,20), (7,16,-17), (-1,7,-26), (15,1,10), (0,11,8), (-8,-1,5), (10,10,10), (12,15,-10), (-4,5,-27)
9	(13,6,14), (1,12,6), (-9,-3,0), (19,11,10), (4,5), (-5,8,-28), (12,5,12), (3,17,7), (-10,0,4), (15,16,17), (7,20,-14), (0,0,-34)
10	(14,3,16), (2,16,1), (-9,-4,3), (18,11,11), (11,15,-12), (-1,7,-32), (10,2,18), (7,19,2), (-8,-5,6), (15,14,18), (16,16,-20), (-3,6,-33)
11	(18,0,17), (6,18,4), (-5,-3,2), (16,19,20), (18,17,-11), (-4,9,-31), (12,7,10), (4,20,7), (-6,0,1), (20,10,20), (15,12,20), (-2,10,-32)
12	(11,4,15), (3,15,6), (-7,-1,4), (13,17,11), (19,19,-19), (-1,10,-25), (13,6,13), (9,16,4), (-10,-2,3), (19,12,10), (15,18,-10), (-5,6,-35)

Практическая работа №5. Таблицы состояний и аварийных сочетаний

Безаварийность системы можно повысить, постоянно замеря переменные технологического объекта с последующим определением состояния работоспособности, его места на дереве отказа. По достижению объектом угрожающих (предаварийных) состояний своевременно принимают необходимые защитные меры. Для этого широко используют таблицы состояний и аварийных сочетаний.

При разработке таблицы определяют измеряемые переменные, устанавливают пределы их измерения (уровни), выбирают виды входных воздействий, при которых измеряются переменные, составляют перечень ситуаций, образуемых сочетаниями и значениями измеряемых переменных, определяют возможные отказы (нарушения) элементов объекта, устанавливают соответствие между ситуациями и отказами, строят дерево решений, выбирают вид и заполняют таблицу решений, проводят работы по компактному представлению таблицы.

Например, в аппарате контролируются давление (y_1) и температура (y_2). Переменная y_1 может находиться на двух уровнях: «0» — нормальное значение, «+» — завышенное значение, а переменная y_2 на трех уровнях: «0», «+» и «-» (заниженное значение). В этом случае число возможных ситуаций равно шести (2 x 3): ситуация I — $y_1 = 0, y_2 = 0$, т. е. (0; 0); ситуация II — (0; +) и т. д. (табл. 6.10). Основные нарушения элементов объекта: 1 — отказ регулятора давления, 2 — отказ регулятора температуры, 3 — отказ регулятора расхода, 4 — неподача пар в рубашку.

Таблица решений по значениям двух переменных

Ситуация	I	II	III	IV	V	VI
Переменные						
y_1	0	0	0	+	+	+
y_2	0	+	-	0	+	-
Отказы (диагноз)	h_0	2	4	1	1,2	3

Соответствие между ситуациями и отказами отражается на дереве состояний (рис.). При его построении из начальной вершины (нулевой уровень) проводят ребра, соответствующие значениям переменной y_1 , из вершины следующего уровня — значениям переменной y_2 . После рассмотрения всех переменных образуются вершины, соответствующие возможным ситуациям, они пунктиром связаны с отказами объекта.



Рис Дерево состояний

Преобразование таблицы состояний к компактному виду рассмотрим на примере системы контроля и управления промежуточной емкостью (рис.). Приборы 1, 2 контролируют скорости входного F_1 и выходного F_2 потоков, регулятор 3 поддерживает постоянный уровень в емкости с помощью вентиля 4. Измеряемыми переменными являются F_1 , F_2 (показания приборов 1, 2) и положение B вентиля 4. Каждая переменная может находиться на трех уровнях: «0» — нормальном; «+» — высоком (вентиль открыт) и «-» — низком (вентиль закрыт). Таким образом, число ситуаций (табл. 6.11) равно $3^3 = 27$.

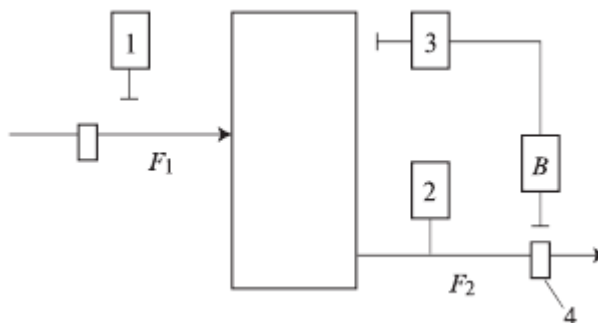


Схема системы контроля и управления промежуточной емкостью

Таблица решений по значениям трех переменных

Ситуация	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Переменные														
F_1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	+	+	+	+	+
B	0	0	0	+	+	+	-	-	-	0	0	0	+	+
F_2	0	+	-	0	+	-	0	+	-	0	+	-	0	+
Отказы	h_0	2	4	4	A	4	2	2	5	5	2	4	4	6
(диагноз)		3					3	3			3			
Ситуация	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
Переменные														
F_1	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
B	+	-	-	-	0	0	0	+	+	+	-	-	-	
F_2	-	0	+	-	0	+	-	0	+	-	0	+	-	
Отказы	4	2	2	5	A	2	4	4	A	4	2	2	6	
(диагноз)		3	3			3					3	3		

При функционировании объекта наиболее вероятны следующие нарушения: 2 — течь трубопровода на участке 2—4, 3 — ошибочно открытый байпас вентиля 4, 4 — забита выходная труба, 5 — течь емкости, 6 — ненормальная производительность и А — аномалия, т. е. невозможная комбинация результатов измерения, с точки зрения принципа работы, ошибочные измерения.

Некоторые ситуации соответствуют одним и тем же отказам, их можно объединить. Так, в ситуациях 2, 11, 20 при различных значениях F_1 одинаковый вывод — нарушения 2, 3. Это позволяет объединить три ситуации, отметив значение F_1 знаком Л — любое.

Таблица

Таблица решений с объединенными ситуациями

Ситуация	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Переменные															
F_1	0	Л	Л	Л	+	Л	Л	Л	0	+	-	+	-	-	0
B	0	0	0	+	+	+	-	-	-	-	-	0	0	+	+
F_2	0	+	-	0	+	-	0	+	-	-	-	-	+	0	+
Отказы	h_0	2	4	4	6	4	2	2	5	5	5	5	A	A	A
(диагноз)		3					3	3							

Применение таблицы решений позволяет контролировать развитие аварии, начиная от состояния нормального функционирования, когда все измеряемые переменные находятся в допустимых пределах. Сначала отклоняется от нормы значение одной переменной, затем двух и т. д. С помощью таблицы по значениям переменных определяют конкретные ситуации, а следовательно, и соответствующие им отказы, что позволяет их устранять и принимать меры для предотвращения аварий.

Таблицы решений используют также для автоматизации построения дерева отказов, наряду с ними широко распространены таблицы аварийных сочетаний.

При выполнении практической работы группа студентов разбивается на несколько подгрупп, каждая из которых получает и самостоятельно выбирает несколько видов возможных аварий различных систем.

Каждый студент индивидуально выбирает объект изучения, согласует его с преподавателем и разрабатывает таблицы возможных состояний и аварийных сочетаний.

Задание для самостоятельной работы

1. Составить таблицу решений.
2. Объединить ситуации, соответствующие одним и тем же отказам в отдельной таблице.

Применение таблицы решений позволяет контролировать развитие аварии, начиная от состояния нормального функционирования, когда все измеряемые переменные находятся в допустимых пределах. Сначала отклоняется от нормы значение одной переменной, затем двух и т. д. С помощью таблицы по значениям переменных определяют конкретные ситуации, а следовательно, и соответствующие им отказы, что позволяет их устранять и принимать меры для предотвращения аварий.

4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Собеседование	Собеседование, предусмотренное рабочей программой дисциплины, проводится на практическом занятии. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения контроля, доводит до обучающихся тему, вопросы для подготовки к собеседованию. Результаты собеседования преподаватель доводит до обучающихся сразу после завершения собеседования

Для организации и проведения промежуточной аттестации составляются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

Перечень теоретических вопросов и типовые практические задания разного уровня сложности для проведения промежуточной аттестации обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме экзамена и оценивания результатов обучения

Промежуточная аттестация в форме экзамена проводится путем устного собеседования по билетам или в форме компьютерного тестирования.

При проведении промежуточной аттестации в форме собеседования билеты составляются таким образом, чтобы каждый из них включал в себя теоретические вопросы и практические задания.

Билет содержит: два теоретических вопроса для оценки знаний. Теоретические вопросы выбираются из перечня вопросов к экзамену; два практических задания: одно из них для оценки умений (выбирается из перечня типовых простых практических заданий к экзамену); другое практическое задание для оценки навыков и (или) опыта деятельности (выбираются из перечня типовых практических заданий к экзамену).

Распределение теоретических вопросов и практических заданий по экзаменационным билетам находится в закрытом для обучающихся доступе. Разработанный комплект билетов (25-30 билетов) не выставляется в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС, а хранится на кафедре-разработчике фондов оценочных средств.

На экзамене обучающийся берет билет, для подготовки ответа на экзаменационный билет обучающемуся отводится время в пределах 45 минут. В процессе ответа обучающегося на вопросы и задания билета, преподаватель может задавать дополнительные вопросы.

Каждый вопрос/задание билета оценивается по четырехбалльной системе, а далее вычисляется среднее арифметическое оценок, полученных за каждый вопрос/задание. Среднее арифметическое оценок округляется до целого по правилам округления

При проведении промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования вариант тестового задания формируется из фонда тестовых заданий по дисциплине случайным образом, но с условием: 50 % заданий должны быть заданиями открытого типа и 50 % заданий – закрытого типа.

Образец экзаменационного билета



Экзаменационный билет № 1
по дисциплине «Методы анализа опасности и
прогнозирования техногенных рисков»

Утверждаю:
Заведующий кафедрой
«_____» ИрГУПС

1.
2.
3.
4.