



Федеральное агентство по рыболовству
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Калининградский государственный технический университет»
(ФГБОУ ВО «КГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ
Начальник УРОПСИ

Фонд оценочных средств
(приложение к рабочей программе модуля)
«НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ТЕХНОГЕННЫЙ РИСК»

основной профессиональной образовательной программы бакалавриата
по направлению подготовки

20.03.01 ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ
Профиль подготовки
«БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ»

ИНСТИТУТ
РАЗРАБОТЧИК

Институт рыболовства и аквакультуры
Кафедра техносферной безопасности и природообустройства

1 РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с установленными индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции	Дисциплина	Результаты обучения (владения, умения и знания), соотнесенные с компетенциями/индикаторами достижения компетенции
<p>ПК-4: Способен оценивать риск и определять меры по обеспечению безопасности разрабатываемой техники;</p> <p>ПК-5: Способен использовать методы расчетов элементов технологического оборудования по критериям работоспособности и надежности.</p>	<p>ПК-4.3: Анализирует опасности и риски, связанные с созданием и эксплуатацией современной техники и технологий;</p> <p>ПК-5.3: Анализирует и использует методы расчетов опасностей и рисков, связанных с созданием и эксплуатацией современного оборудования и технологий.</p>	<p>Надежность технических систем и техногенный риск</p>	<p><u>Знать:</u> основные принципы анализа и моделирования надежности технических систем;</p> <p>- основные принципы определения приемлемого риска.</p> <p><u>Уметь:</u> проводить расчеты надежности и работоспособности основных видов механизмов;</p> <p>- прогнозировать аварии и катастрофы.</p> <p><u>Владеть:</u> методами математического моделирования надежности и безопасности работы отдельных звеньев реальных технических систем и технических объектов в целом.</p>

2 ПЕРЕЧЕНЬ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОЭТАПНОГО ФОРМИРОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ) И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

2.1 Для оценки результатов освоения дисциплины используются:

- оценочные средства текущего контроля успеваемости;
- оценочные средства для промежуточной аттестации по дисциплине.

2.2 К оценочным средствам текущего контроля успеваемости относятся:

- тестовые задания;
- задания по темам практических занятий.

2.3 К оценочным средствам для промежуточной аттестации по дисциплине, проводимой в форме экзамена относятся:

- задания по курсовой работе;
- экзаменационные вопросы и задачи.

3 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ

3.1 Тестовые задания по дисциплине включают 30 вопросов с 4-мя вариантами ответов на каждый из них (Приложение № 1).

Оценка определяется количеством допущенных ошибок при выборе студентом варианта ответа. Градация оценок:

- «отлично» - свыше 85 %;
- «хорошо» - более 75%, но не выше 85%;
- «удовлетворительно» - свыше 65%, но не более 75%.

3.2 В Приложении № 2 приведены типовые задачи и вопросы для подготовки к семинарам по темам практических занятий, предусмотренным рабочей программой дисциплины. Практические занятия по дисциплине проходят как в форме решения задач, так и в форме семинаров. К решению задач необходимо готовиться, повторить необходимые расчетные методики, формулы. На семинарских занятиях студенты выступают по заранее указанной им теме (темам).

Целью проведения практических занятий по дисциплине «Надежность технических систем и техногенный риск» является формирование умений и навыков по следующим направлениям деятельности: разработка физических и математических моделей системы человек-машина-среда; анализ показателей надежности систем данного вида; анализ опасностей и рисков, связанных с созданием и эксплуатацией современной техники и технологий.

Студент, самостоятельно выполнивший задачи по теме практического занятия, продемонстрировавший знание материала по теме получает по практическому занятию оценку «зачтено».

4 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

К экзамену допускаются студенты:

- положительно аттестованные по результатам текущего контроля;
- прошедшие все предусмотренные учебным планом виды занятий;

- получившие положительную оценку по результатам практических занятий;
- получившие положительную оценку по курсовой работе;
- получившие положительную оценку тестовым заданиям.

4.2 Курсовая работа предполагает комплексное использование знаний, полученных при освоении дисциплины, формирование умений и навыков для расчета показателей надежности технических систем и применения методов качественного и количественного анализа риска технических систем. Задания для выполнения курсовой работы приведены в Приложении № 3.

Основная цель этой работы – углубление, систематизация и закрепление знаний полученных в лекционном курсе “ Надежность технических систем и техногенный риск ”, на практических занятиях, а также выработка навыков самостоятельной работы с нормативно-технической документацией, умения анализировать и обобщать теоретический и практический материал, использовать результаты анализа для принятия решений.

По результатам защиты курсовой работы выставляется экспертная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно»).

Критериями оценки курсовой работы являются:

- актуальность и степень разработанности темы;
- умение сформулировать цель и определить пути ее достижения;
- владение понятийным и терминологическим аппаратом;
- владение современными методами поиска и обработки информации;
- творческий подход и самостоятельность в анализе, обобщениях и выводах;
- полнота охвата первоисточников и исследовательской литературы;
- научная обоснованность и аргументированность обобщений, выводов и рекомендаций;
- владение научным стилем речи, орфографическими и пунктуационными нормами;
- соблюдение всех требований к оформлению курсовой работы и сроков ее исполнения.

По результатам защиты курсовой работы выставляется экспертная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно»):

- оценка «отлично» - ответ полный, правильный, понимание материала глубокое, основные умения сформированы и устойчивы; изложение логично, доказательно, выводы и обобщения точны и связаны с областью будущей специальности;
- оценка «хорошо» - ответ удовлетворяет вышеназванным требованиям, но изложение недостаточно систематизировано, отдельные умения недостаточно устойчивы, в определе-

нии понятий, в выводах и обобщениях имеются неточности, легко исправимые с помощью дополнительных вопросов преподавателя;

- оценка «удовлетворительно» - ответ обнаруживает понимание основных положений излагаемого материала, однако наблюдается значительная неполнота знаний; определение понятий нечёткое, умения сформированы недостаточно, выводы и обобщения аргументированы слабо, в них допускаются ошибки;

- оценка «неудовлетворительно» - ответ неправильный, показывает незнание основного материала, грубые ошибки в определении понятий, неумение работать с источниками.

4.3 В Приложении № 4 приведены экзаменационные вопросы по дисциплине, а в Приложении № 5 типовые экзаменационные задачи.

Экзаменационный билет содержит два экзаменационных вопроса и задачу.

4.4 Экзаменационная оценка («отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно») является экспертной и зависит от уровня освоения студентом тем дисциплины (наличия и сущности ошибок, допущенных студентом при ответе на экзаменационный вопрос, решении задачи):

- оценка «отлично» - ответ полный, правильный, понимание материала глубокое, основные умения сформированы и устойчивы; изложение логично, доказательно, выводы и обобщения точны и связаны с областью будущей специальности;

- оценка «хорошо» - ответ удовлетворяет вышеназванным требованиям, но изложение недостаточно систематизировано, отдельные умения недостаточно устойчивы, в определении понятий, в выводах и обобщениях имеются неточности, легко исправимые с помощью дополнительных вопросов преподавателя;

- оценка «удовлетворительно» - ответ обнаруживает понимание основных положений излагаемого материала, однако наблюдается значительная неполнота знаний; определение понятий нечёткое, умения сформированы недостаточно, выводы и обобщения аргументированы слабо, в них допускаются ошибки;

- оценка «неудовлетворительно» - ответ неправильный, показывает незнание основного материала, грубые ошибки в определении понятий, неумение работать с источниками. Ставится также при отказе студента отвечать по билету.

5 СВЕДЕНИЯ О ФОНДЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ И ЕГО СОГЛАСОВАНИИ

Фонд оценочных средств для аттестации по дисциплине «Надежность технических систем и техногенный риск» представляет собой компонент основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, профиль «Безопасность технологических процессов и производств».

Фонд оценочных средств рассмотрен и одобрен на заседании кафедры техносферной безопасности и природообустройства 21.04.2022 г. (протокол № 8).

Заведующий кафедрой



В.М.Минько

Приложение № 1

Тестовые задания по дисциплине «Надежность технических систем и техногенный риск»

Вариант 1

Индикатор достижения компетенции ПК-4.3: Анализирует опасности и риски, связанные с созданием и эксплуатацией современной техники и технологий

1. Логическая связка, с помощью которой из двух простых высказываний образуется сложное высказывание, которое считается истинным, если оба высказывания истинны и ложным, если хотя бы одно из них ложно, называется ...

- а) дизъюнкция
- б) конъюнкция
- в) отрицание
- г) импликация
- д) двойная импликация

2. Логическая связка, с помощью которой из двух простых высказываний образуется сложное высказывание, которое считается ложным, если первое высказывание истинно и второе ложно, и истинным во всех остальных случаях, называется ...

- а) дизъюнкция
- б) конъюнкция
- в) отрицание
- г) импликация
- д) двойная импликация

3. Определению «предложение, относительно которого имеет смысл утверждать, истинно оно или ложно» соответствует следующий термин ...

- а) вывод
- б) заключение
- в) итог
- г) предположение
- д) высказывание

4. Определению «совокупность объектов, каждый из которых обладает некоторым свойством, которое можно положить в основу определения любого объекта множества» соответствует следующий термин

- а) подмножество
- б) множество
- в) элемент множества

г) описание множества

д) перечисление множества

5. Над множествами можно производить операции

а) объединение, пересечение

б) пересечение, разность

в) разность, дополнение

г) объединение, пересечение, разность, дополнение+

д) объединение, пересечение, разность

6. Определению «пара (X, E) , где $X = X(G)$ непустое конечное множество элементов, называемых вершинами, $E = E(G)$ – конечное множество неупорядоченных и упорядоченных пар различных элементов из X , называемых соответственно ребрами и дугами» соответствует следующий термин ...

а) граф

б) множество

в) подмножество

г) подграф

д) подграф, порожденный множеством вершин

7. Определению «число заходящих в вершину графа дуг» соответствует следующий термин

а) степень

б) полустепень захода

в) полустепень исхода

г) полустепень входа

д) полустепень выхода

8. Определению: «событие, которое при осуществлении совокупности условий может либо произойти, либо не произойти» соответствует следующий термин

а) невозможное

б) достоверное

в) случайное

г) равновозможные

д) совместные

9. Теорема о формуле полной вероятности звучит ...

а) вероятность появления одного из двух несовместных событий, безразлично какого, равна сумме вероятностей этих событий

б) сумма вероятностей противоположных событий равна единице

в) вероятность совместного проявления двух событий равна произведению вероятности одного из них на условную вероятность другого, вычисленную в предположении, что первое событие уже наступило

г) вероятность появления одного из двух совместных событий равна сумме вероятностей этих событий без вероятности их совместного проявления

д) вероятность события A , которое может наступить лишь при условии появления одного из несовместных событий B_1, B_2, \dots, B_n , образующих полную группу, равна сумме произведений вероятностей каждого из этих событий на соответствующую условную вероятность события A

10. Существуют следующие виды случайных величин

а) дискретные

б) непрерывные

в) дискретные и непрерывные

г) точные

д) приближенные

11. Числовая характеристика случайной величины, которая равна среднему арифметическому наблюдаемых значений случайной величины, называется ...

а) дисперсия

б) математическое ожидание

в) среднее квадратическое отклонение

г) коэффициент вариации

д) плотность распределения вероятностей

12. Модель системы, в которой заданы только входные и выходные связи со внешней средой называется ...

а) модель состава системы

б) модель «черного ящика»

в) структура системы

г) структурная схема

д) динамическая модель

13. Человек воспринимает информацию о состоянии управляемого объекта с помощью ...

а) эффекторов

б) центральной нервной системы

- в) рецепторов
- г) органов управления
- д) средств отображения информации

14. Определению «Свойство изделий сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонтов» соответствует следующий термин ...

- а) ремонтпригодность
- б) сохраняемость
- в) безотказность
- г) надежность
- д) долговечность

15. Определению: «Свойство изделий сохранять работоспособность в течение и после хранения и транспортирования» соответствует следующий термин ...

- а) ремонтпригодность
- б) сохраняемость
- в) безотказность
- г) надежность
- д) долговечность

16. В соответствии с причинами возникновения отказы изделий классифицируют на ...

- а) зависимый, независимый
- б) полный, частичный
- в) внезапный, постепенный
- г) конструкционный, производственный, эксплуатационный
- д) устранимый, неустраиваемый

17. По характеру изменения основных параметров изделия отказы классифицируют на ...

- а) зависимый, независимый
- б) полный, частичный
- в) внезапный, постепенный
- г) конструкционный, производственный, эксплуатационный
- д) устранимый, неустраиваемый

Индикатор достижения компетенции ПК-5.3: Анализирует и использует методы расчетов опасностей и рисков, связанных с созданием и эксплуатацией современного оборудования и технологий.

18. Планирование наблюдений, предшествующее проведению испытаний изделий на надежность, заключается в ...

- а) определении продолжительности испытаний
- б) установлении критериев прекращения испытаний
- в) установлении последовательности проведения испытаний
- г) определении объема выборки
- д) установлении места проведения испытаний

19. Обработка статистических данных для построения эмпирического распределения осуществляется в следующей последовательности

а) определение математического ожидания случайной величины, разбиение всего диапазона величин выборки на m равных интервалов, подсчет числа значений, попадающих в каждый интервал, построение эмпирического распределения

б) разбиение всего диапазона величин выборки на m равных интервалов, подсчет числа значений, попадающих в каждый интервал, построение эмпирического распределения, определение математического ожидания случайной величины

в) подсчет числа значений, попадающих в каждый интервал, определение математического ожидания случайной величины, разбиение всего диапазона величин выборки на m равных интервалов, построение эмпирического распределения

г) построение эмпирического распределения, определение математического ожидания случайной величины, разбиение всего диапазона величин выборки на m равных интервалов, подсчет числа значений, попадающих в каждый интервал

д) определение математического ожидания случайной величины, построение эмпирического распределения, разбиение всего диапазона величин выборки на m равных интервалов, подсчет числа значений, попадающих в каждый интервал

20. Последовательным соединением элементов в системе называется соединение, при котором ...

- а) отказ системы наступает в результате отказа любого его элемента
- б) отказ системы наступает в результате отказа всех ее элементов
- в) система работоспособна при работоспособности хотя бы одного из элементов
- г) отказы элементов системы описываются простейшим потоком отказов

д) резервируемый и резервные элементы равнонадежны

21. Требования к эксплуатационным способам обеспечения надежности могут содержать следующую информацию: требование ...

а) к системе технического диагностирования

б) к точностным параметрам технологического оборудования

в) к необходимости, длительности и режимам технологического прогона изделий в процессе изготовления

г) к численности, квалификации, длительности обучения (подготовки) обслуживающего и ремонтного персонала

д) требования и (или) ограничения к способам и средствам обеспечения ремонта и сохраняемости

22. Вероятность безотказной работы системы определяется по формуле $P(t) = P_1(t) \cdot P_2(t) \cdot \dots \cdot P_n(t)$, где $P_i(t)$ – вероятности безотказной работы элементов системы, при следующем способе соединения элементов в системе при ...

а) параллельном (нагруженный резерв)

б) последовательном+

в) при резервировании замещением

г) при скользящем резерв

23. По цели испытания на надежность делятся на ...

а) определительные, контрольные, граничные

б) обычные, ускоренные

в) в лабораторных условиях, в условиях эксплуатации

г) натурные, модельные

д) в нормальных условиях, в ужесточенных режимах

24. Определению «явление (природное или техногенное), в котором возможно возникновение явлений или процессов, способных поражать людей, наносить материальный ущерб, разрушительно действовать на окружающую человека среду» соответствует следующий термин

а) опасность

б) риск

в) индивидуальный риск

г) социальный риск

д) ущерб

25. Определению «зависимость риска (частоты возникновения) событий, состоящих в поражении определенного числа людей, подвергаемых поражающим воздействиям определенного вида при реализации определенных опасностей, от этого числа людей» соответствует следующий термин

- а) опасность
- б) риск
- в) индивидуальный риск
- г) социальный риск
- д) ущерб

26. Изучают технические характеристики системы, устанавливают стандарты, правила, действия которых распространяются на данную техническую систему, проверяют техническую документацию на её соответствие правилам, составляют перечень опасностей при следующем методе качественного анализа надежности технических систем

- а) предварительный анализ опасностей
- б) анализ последствий отказов
- в) анализ опасностей с помощью дерева последствий
- г) анализ опасностей методом потенциальных отклонений
- д) причинно-следственный анализ

27. Основан на системном подходе и имеет характер прогноза следующий метод анализа надежности и риска системы человек-машина-среда – анализ ...

- а) опасностей с помощью дерева причин
- б) последствий отказов
- в) опасностей с помощью дерева последствий
- г) опасностей методом потенциальных отклонений
- д) причинно-следственный анализ

28. Выбор того или иного качественного метода анализа надежности и риска системы человек-машина-среда зависит от следующих факторов: ...

- а) от преследуемой цели и сложности системы
- б) от предназначения системы и сложности системы
- в) от сложности системы
- г) от преследуемой цели, предназначения системы и ее сложности
- д) выбирается произвольно

29. Часть системы человек-машина-среда, компоненты которой соединены последовательно, называют подсистема ...

- а) ИЛИ
- б) И-ИЛИ
- в) И
- г) ИЛИ-И
- д) ИЛИ-ИЛИ

30. Часть системы человек-машина-среда, которая соединяет подсистемы И в подсистему ИЛИ, называют подсистема ...

- а) ИЛИ
- б) И-ИЛИ
- в) И
- г) ИЛИ-И
- д) ИЛИ-ИЛИ

Вариант 2

Индикатор достижения компетенции ПК-4.3: Анализирует опасности и риски, связанные с созданием и эксплуатацией современной техники и технологий

1. Логическая связка, с помощью которой из двух простых высказываний образуется сложное высказывание, которое считается истинным, если хотя бы одно из высказываний истинно и ложным, если оба ложные, называется

- а) дизъюнкция
- б) конъюнкция
- в) отрицание
- г) импликация
- д) двойная импликация

2. Логическая связка, с помощью которой из двух простых высказываний образуется сложное высказывание, которое считается истинным, если оба высказывания одновременно истинны, либо ложны, и ложным в остальных случаях, называется

- а) дизъюнкция
- б) конъюнкция
- в) отрицание
- г) импликация
- д) двойная импликация

3. Высказывание, если никакую его часть нельзя рассматривать как отдельное высказывание, называется

- а) сложное

- б) составное
- в) простое
- г) элементарное
- д) комбинированное

4. Существует следующее количество способов задания множеств

- а) три
- б) пять
- в) два
- г) четыре
- д) один

5. Операция, в результате которой из двух множеств получается множество, которое содержит все элементы, принадлежащие хотя бы одному из множеств, называется

- а) объединение
- б) пересечение
- в) разность
- г) дополнение

6. Неориентированный отрезок линии, соединяющий вершины графа, называется

- а) ребро
- б) дуга
- в) путь
- г) вектор
- д) маршрут

7. Определению «последовательность дуг (ребер), в которой конечная вершина всякой дуги (ребра), отличной от последней, является начальной вершиной для следующей дуги (ребра)» соответствует следующий термин

- а) маршрут графа
- б) граф
- в) множество
- г) подмножество
- д) подграф

8. Определению «событие, которое обязательно произойдет, если будет осуществлена определенная совокупность условий» соответствует следующий термин

- а) невозможное
- б) достоверное

в) случайное

г) равновозможные

д) совместные

9. Теорема сложения вероятностей звучит

а) вероятность появления одного из двух несовместных событий, безразлично какого, равна сумме вероятностей этих событий

б) сумма вероятностей противоположных событий равна единице

в) вероятность совместного проявления двух событий равна произведению вероятности одного из них на условную вероятность другого, вычисленную в предположении, что первое событие уже наступило

г) вероятность совместного проявления двух независимых событий равна произведению вероятностей этих событий

д) вероятность появления одного из двух совместных событий равна сумме вероятностей этих событий без вероятности их совместного проявления

10. Функция, определяющую вероятность того, что случайная величина X в результате испытания примет значение меньше x , называется

а) плотность распределения

б) функция распределения

в) функция нарастания

г) функция убывания

д) функция надежности

11. Числовая характеристика случайной величины, которая равна математическому ожиданию квадрата отклонения случайной величины от ее математического ожидания, называется

а) плотность распределения вероятностей

б) среднее квадратическое отклонение

в) коэффициент вариации

г) математическое ожидание

д) дисперсия

12. Модель системы, которой заданы подсистемы и элементы, из которых состоит система, называется

а) структурная схема

б) динамическая модель

в) структура системы

г) модель состава системы

д) модель «черного ящика»

13. Системы «человек-машина-среда» делятся на управляющие, обслуживающие, обучающие, информационные, исследовательские, по следующему признаку

а) по характеристике человеческого звена

б) по целевому назначению

в) по типу и структуре машинного компонента

г) в зависимости от характера протекания процесса управления

д) по характеру переработки информации

14. Определению «Свойство механизмов выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах во всех возможных режимах и условиях использования, ремонтов, хранения и транспортирования» соответствует следующий термин

а) ремонтпригодность

б) сохраняемость

в) безотказность

г) надежность

д) долговечность

15. Определению «Свойство изделий приспосабливаться к предупреждению, обнаружению и устранению отказов путем технического обслуживания и ремонтов» соответствует следующий термин

а) ремонтпригодность

б) сохраняемость

в) безотказность

г) надежность

д) долговечность

16. В зависимости от полноты утраты работоспособности отказы изделий классифицируют на

а) зависимый, независимый

б) полный, частичный

в) внезапный, постепенный

г) конструкционный, производственный, эксплуатационный

д) устранимый, неустраиваемый

17. Схема отказа, возникающего в тех случаях, когда износ и (или) старение могут явиться косвенной причиной отказа, называется схема ...

- а) действия нескольких независимых причин;
- б) мгновенных повреждений;
- в) накапливающихся изменений;
- г) схема релаксации

Индикатор достижения компетенции ПК-5.3: Анализирует и использует методы расчетов опасностей и рисков, связанных с созданием и эксплуатацией современного оборудования и технологий.

18. Обработка статистических данных, полученных по результатам испытания изделия на надежность, осуществляется в следующей последовательности

а) проверка качества исходных данных, получение статистического построения и статистическая оценка его параметров, аппроксимация эмпирического распределения теоретическим, проверка качества аппроксимации

б) получение статистического построения и статистическая оценка его параметров, проверка качества исходных данных, аппроксимация эмпирического распределения теоретическим, проверка качества аппроксимации

в) проверка качества аппроксимации, проверка качества исходных данных, получение статистического построения и статистическая оценка его параметров, аппроксимация эмпирического распределения теоретическим

г) аппроксимация эмпирического распределения теоретическим, проверка качества исходных данных, получение статистического построения и статистическая оценка его параметров, проверка качества аппроксимации

д) проверка качества исходных данных, аппроксимация эмпирического распределения теоретическим, проверка качества аппроксимации, получение статистического построения и статистическая оценка его параметров

19. Аппроксимацию эмпирического распределения теоретическим проводят с целью

- а) проверки качества исходных данных
- б) планирования проведения испытаний
- в) установления закона распределения и расчет показателей надежности+
- г) установления продолжительность проведения испытаний
- д) установления критериев прекращения испытаний

20. Параллельным соединением элементов в системе называется – соединение, при котором ...

- а) отказ системы наступает в результате отказа любого его элемента
- б) отказ системы наступает в результате отказа всех ее элементов
- в) система работоспособна при работоспособности хотя бы одного из элементов
- г) отказы элементов системы описываются простейшим потоком отказов
- д) резервируемый и резервные элементы равнонадежны

21. Требования к конструктивным способам обеспечения надежности могут содержать следующую информацию: требования к ...

- а) системе технического диагностирования
- б) точностным параметрам технологического оборудования
- в) системе технического обслуживания и ремонтов
- г) численности, квалификации, длительности обучения (подготовки) обслуживающего и ремонтного персонала
- д) требования к способам устранения отказов и повреждений

22. Вероятность безотказной работы системы определяется по формуле $P(t) = 1 - (1 - P_1(t)) \cdot (1 - P_2(t)) \cdot \dots \cdot (1 - P_n(t))$, где $P_i(t)$ – вероятности безотказной работы элементов системы, при следующем способе соединения элементов в системе при ...

- а) параллельном (нагруженный резерв)
- б) последовательном
- в) резервировании замещением
- г) скользящем резерв

23. По месту проведения испытания на надежность делятся на

- а) определительные, контрольные, граничные
- б) обычные, ускоренные
- в) в лабораторных условиях, в условиях эксплуатации
- г) натурные, модельные
- д) в нормальных условиях, в ужесточенных режимах

24. Определению «частота реализации опасностей» соответствует следующий термин

- а) опасность
- б) риск
- в) индивидуальный риск
- г) социальный риск
- д) ущерб

25. В зависимости от суммарного числа дней временной нетрудоспособности, вызванных всеми несчастными случаями за отчетный период, и числа несчастных случаев за

анализируемый период определяется следующий показатель производственного травматизма: коэффициент ...

- а) тяжести несчастных случаев
- б) частоты несчастных случаев
- в) частоты несчастных случаев со смертельным исходом
- г) обобщенных трудовых потерь

26. Сначала выбирают потенциальное чепе, а затем выявляют все факторы, которые могут привести к данному чепе, при следующем методе анализа надежности и риска системы человек-машина-среда: анализ ...

- а) опасностей с помощью дерева причин
- б) последствий отказов
- в) опасностей с помощью дерева последствий
- г) опасностей методом потенциальных отклонений
- д) причинно-следственный

27. Сначала задается потенциальное чепе-инициатор, а затем исследуют всю группу событий-последствий, к которым оно может привести, при следующем методе анализа надежности и риска системы человек-машина-среда

- а) анализ опасностей с помощью дерева причин
- б) анализ последствий отказов
- в) анализ опасностей с помощью дерева последствий
- г) анализ опасностей методом потенциальных отклонений
- д) причинно-следственный анализ

28. Завершается прогнозом новых чепе и составлением плана мероприятий по их предупреждению, следующий метод анализа надежности и риска системы человек-машина-среда: анализ ...

- а) опасностей с помощью дерева причин
- б) последствий отказов
- в) опасностей с помощью дерева последствий
- г) анализ опасностей методом потенциальных отклонений
- д) причинно-следственный анализ

29. Часть системы человек-машина-среда, компоненты которой соединены параллельно, называют подсистема ...

- а) ИЛИ
- б) И-ИЛИ

в) И

г) ИЛИ-И

д) ИЛИ-ИЛИ

30. При неизвестных последствиях, риск оценивают

а) как вероятность превышения предела

б) как вероятность наступления определенного сочетания нежелательных событий

в) по формуле, включающей как вероятность чепе, так и величину последствий

г) как ожидаемое значение ущерба U причиненного чепе за интервал времени T и отнесенное к группе людей численностью M человек

д) как ожидаемое значение ущерба U причиненного чепе за интервал времени T

Вариант 3

Индикатор достижения компетенции ПК-4.3: Анализирует опасности и риски, связанные с созданием и эксплуатацией современной техники и технологий

1. Логическая связка, с помощью которой из высказывания A получается высказывание \bar{A} , которое считается истинным, если A ложно, и ложным, если A истинно, называется

а) дизъюнкция

б) конъюнкция

в) отрицание

г) импликация

д) двойная импликация

2. Определению «часть общей логики, в которой законы мышления выражаются формулами» соответствует следующий термин

а) математическая логика

б) теория вероятностей

в) математическая статистика

г) философия

д) высказывание

3. Высказывание, образованное из простых высказываний с помощью логических связок, называется

а) сложное

б) составное

в) простое

г) элементарное

д) комбинированное

4. Определению «множество, состоящее из некоторых элементов другого множества» соответствует следующий термин

- а) подмножество
- б) множество
- в) элемент множества
- г) описание множества
- д) перечисление множества

5. Операция, в результате которой из двух множеств получается множество, которое содержит все элементы входящие и в одно и в другое множества, называется

- а) объединение
- б) пересечение
- в) разность
- г) дополнение

6. Ориентированный отрезок линии, соединяющий вершины графа, называется

- а) ребро
- б) дуга
- в) путь
- г) вектор
- д) маршрут

7. Над графами можно совершать следующие операции

- а) унарные
- б) бинарные
- в) объединение
- г) пересечение
- д) унарные и бинарные

8. Определению «событие, которое заведомо не произойдет, если будет осуществлена совокупность условий» соответствует следующий термин

- а) невозможное
- б) достоверное
- в) случайное
- г) равновозможные
- д) совместные

9. Теорема умножения вероятностей звучит

а) вероятность совместного проявления двух событий равна произведению вероятности одного из них на условную вероятность другого, вычисленную в предположении, что первое событие уже наступило

б) сумма вероятностей противоположных событий равна единице

в) вероятность появления одного из двух несовместных событий, безразлично какого, равна сумме вероятностей этих событий

г) вероятность появления одного из двух совместных событий равна сумме вероятностей этих событий без вероятности их совместного проявления

д) вероятность совместного проявления двух независимых событий равна произведению вероятностей этих событий

10. Функция - первая производная от функции распределения, называется

а) плотность распределения

б) плотность нарастания

в) функция нарастания

г) функция убывания

д) функция надежности

11. Функция, определяющую вероятность безотказной работы элемента за время длительности t , называется

а) плотность распределения

б) плотность нарастания

в) функция нарастания

г) функция убывания

д) функция надежности

12. Модель системы, в которой заданы необходимые и достаточные для достижения цели отношения (связи) между элементами, называется

а) модель состава системы

б) динамическая модель

в) структура системы

г) структурная схема

д) модель «черного ящика»

13. Определению «Нежелательное, незапланированное, непреднамеренное событие в системе «человек-машина-среда» нарушающее общий ход вещей и происходящее в относительно короткий отрезок времени» соответствует следующий термин

а) инцидент

б) отказ

в) чепе

г) авария

д) н-чепе

14. Определению «Свойство изделий непрерывно сохранять работоспособность в течение заданного времени или наработки» соответствует следующий термин

а) ремонтпригодность

б) сохраняемость

в) безотказность

г) надежность

д) долговечность

15. К комплексным показателям, характеризующим одновременно два различных свойства объекта: безотказность (или долговечность) и ремонтпригодность, относятся

а) вероятность безотказной работы и вероятность отказа

б) коэффициент готовности и коэффициент технического использования

в) частота отказов и интенсивность отказов

г) средний срок сохраняемости и гамма-процентный срок сохраняемости

д) вероятность восстановления в заданное время и средняя продолжительность восстановления

16. С учетом зависимости/независимости отказа одних деталей изделия от отказа других деталей отказы изделий классифицируют на

а) зависимый, независимый

б) полный, частичный

в) внезапный, постепенный

г) конструкционный, производственный, эксплуатационный

д) устранимый, неустраиваемый

17. В зависимости от конструктивных особенностей объекта отказы изделий классифицируют на

а) зависимый, независимый

б) полный, частичный

в) внезапный, постепенный

г) конструкционный, производственный, эксплуатационный

д) устранимый, неустраиваемый

Индикатор достижения компетенции ПК-5.3: Анализирует и использует методы расчетов опасностей и рисков, связанных с созданием и эксплуатацией современного оборудования и технологий.

18. Первый этап проведения обработки статистических данных, полученных по результатам испытания изделия на надежность, заключается в

- а) проверке качества аппроксимации
- б) проверке качества исходных данных
- в) получении статистического построения и статистическая оценка его параметров
- г) аппроксимации эмпирического распределения теоретическим
- д) расчете показателей надежности

19. Второй этап проведения обработки статистических данных, полученных по результатам испытания изделия на надежность, заключается в

- а) проверке качества аппроксимации
- б) проверке качества исходных данных
- в) получении статистического построения и статистическая оценка его параметров+
- г) аппроксимации эмпирического распределения теоретическим
- д) расчете показателей надежности

20. Ненагруженный резерв используется при следующем способе соединения элементов в системе

- а) параллельное (нагруженный резерв)
- б) последовательное
- в) резервирование замещением
- г) скользящий резерв

21. Требования к производственным способам обеспечения надежности могут содержать следующую информацию: требования к ...

- а) системе технического диагностирования
- б) точностным параметрам технологического оборудования
- в) системе технического обслуживания и ремонтов
- г) численности, квалификации, длительности обучения (подготовки) обслуживающего и ремонтного персонала
- д) требования и (или) ограничения к способам и средствам обеспечения ремонта и сохраняемости

22. Экономически целесообразно производить ремонт системы до наступления следующего события

- а) до наступления предельного состояния
- б) до отказа
- в) до момента, когда стоимость нового изделия и стоимость ремонта равны
- г) по истечении срока службы
- д) по истечении ресурса

23. Программа испытаний при проведении испытаний механизмов на надежность включает в себя ...

- а) план испытаний
- б) методы обработки данных
- в) правила принятия решений
- г) план испытаний, методы обработки данных, правила принятия решений
- д) план испытаний, методы правила принятия решений

24. Определению «риск (частота возникновения) поражающих воздействий определенного вида, возникающих при реализации определенных опасностей в определенной точке пространства (где может находиться индивидуум)» соответствует следующий термин

- а) опасность
- б) риск
- в) индивидуальный риск
- г) социальный риск
- д) ущерб

25. Определяется в зависимости от числа несчастных случаев за анализируемый период и среднесписочной численности работников в рассматриваемом периоде следующий показатель производственного травматизма: коэффициент ...

- а) тяжести несчастных случаев
- б) частоты несчастных случаев
- в) частоты несчастных случаев со смертельным исходом
- г) обобщенных трудовых потерь

26. Создают с помощью ключевых слов отклонения, которые могут привести к чепе, изучают их потенциальные причины и те последствия, к которым они могут привести, при следующем методе анализа надежности и риска системы человек-машина-среда искусственно: анализ ...

- а) опасностей с помощью дерева причин

- б) последствий отказов
- в) опасностей с помощью дерева последствий
- г) опасностей методом потенциальных отклонений
- д) причинно-следственный

27. Выявляются причины происшедшего чепе, а также прогнозируются новые чепе и составляется план мероприятий по их предупреждению, при следующем методе анализа надежности и риска системы человек-машина-среда искусственно: анализ ...

- а) опасностей с помощью дерева причин
- б) последствий отказов
- в) опасностей с помощью дерева последствий
- г) опасностей методом потенциальных отклонений
- д) причинно-следственный

28. По результатам проведенного анализа строят ориентированный граф, состоящий из всех причин-событий, которые делают возможным потенциальное чепе, при следующем методе анализа надежности и риска системы человек-машина-среда искусственно: анализ ...

- а) опасностей с помощью дерева причин
- б) последствий отказов
- в) опасностей с помощью дерева последствий
- г) опасностей методом потенциальных отклонений
- д) причинно-следственный

29. Часть системы человек-машина-среда, которая соединяет подсистемы ИЛИ в подсистему И, называют подсистема ...

- а) ИЛИ
- б) И-ИЛИ
- в) И
- г) ИЛИ-И
- д) ИЛИ-ИЛИ

30. При известных последствиях риск оценивают

- а) как вероятность превышения предела
- б) как вероятность наступления определенного сочетания нежелательных событий
- в) по формуле, включающей как вероятность чепе, так и величину последствий
- г) как ожидаемое значение ущерба U причиненного чепе за интервал времени T и отнесенное к группе людей численностью M человек
- д) как ожидаемое значение ущерба U причиненного чепе за интервал времени T

Приложение № 2

Типовые задания по темам практических занятий

Практическое занятие № 1: Элементы математической логики (решение задач).

Задача 1.

- а) Москва – столица России;
- б) студент института;
- в) $27-39+5$;
- г) Луна – спутник Марса.

Задача 2. Пусть A означает: «число a делится на число v », B означает: «число a делится на число s » и C означает: «число a делится на произведение чисел v и s ». Сформулировать предложения, записанные в виде формул:

- а) $A \wedge B$;
- б) $A \wedge B \rightarrow C$.

Задача 3. Пусть A означает: «идет дождь», B означает: «дует ветер». Записать в символической форме высказывания:

- а) если дует ветер, то идет дождь;
- б) ветер дует тогда и только тогда, когда идет дождь;
- в) неверно, что ветер дует тогда и только тогда, когда идет дождь.

Задача 4. Построить таблицу истинности для следующей формулы: $(A \wedge \bar{B}) \vee (B \rightarrow \bar{A})$.

Задача 5. Докажите, что следующее высказывание является тождественно-истинным: $(A \wedge (A \rightarrow B)) \rightarrow B$.

Задача 6. Доказать равносильность высказываний $A \rightarrow B$ и $A \wedge B \vee \bar{A}$.

Практическое занятие № 2: Элементы теории вероятностей (решение задач).

Задача 1. Брошены две игральные кости. Найти вероятность того, что сумма очков на выпавших гранях – четная, причем на грани хотя бы одной из костей появится шестерка.

Задача 2. В урне 25 шаров: 12 красных, 3 синих, 10 белых. Найти вероятность появления цветного шара.

Задача 3. Институт получает пакеты с контрольными работами из городов A , B и C . Вероятность получения пакета из города A равна $0,7$, из города B – $0,2$. Найти вероятность того, что очередной пакет будет получен из города C .

Задача 4. У сборщика имеется 6 конусных и 4 эллиптических валиков. Сборщик взял один валик, а затем второй. Найти вероятность того, что первый из взятых валиков – конусный, а второй – эллиптический.

Задача 5. В урне 5 белых, 4 черных и 3 синих шара. Каждое испытание состоит в том, что наудачу извлекают один шар, не возвращая его обратно. Найти вероятность того, что при первом испытании появится белый шар, при втором – черный, при третьем – синий.

Задача 6. Имеется 3 ящика, содержащих по 10 деталей. В первом ящике 8, во втором 7, в третьем 9 стандартных деталей. Из каждого ящика наудачу вынимают по одной детали. Найти вероятность того, что все три вынутые детали окажутся стандартными.

Задача 7. Вероятность попадания в цель при стрельбе первого и второго орудий соответственно равны 0,6 и 0,9. Найти вероятность попадания при одном залпе (из обоих орудий) хотя бы одного из орудий.

Задача 8. Имеется два набора деталей. Вероятность того, что деталь первого набора стандартная равна 0,8, а второго – 0,9. Найти вероятность того, что взятая наудачу деталь (из наудачу взятого набора) – стандартная.

Практическое занятие № 3: Надежность оперативного персонала сложных технических систем (проведение семинара).

Вопросы семинарского занятия

1. Что понимают под системой?
2. Сущность моделей состава системы, структуры системы, структурной схемы системы.
3. Основные особенности системы «человек – машина – среда».
4. Человек-оператор как звено сложной системы «человек – машина – среда».
5. Основные понятия и определения надежности оперативного персонала.
6. Понятия отказа и ошибки персонала.
7. Статистика ошибок оперативного персонала.
8. Классификация ошибок оперативного персонала.

Контрольные вопросы

1. Назовите компоненты моделей состава системы, структуры системы и структурной схемы системы.
2. Раскройте ключевые моменты, характеризующие системы ЧМС.
3. Перечислите основные категории операторов.
4. Что Вы понимаете под «человеко-машинным интерфейсом»?
5. Какими показателями характеризуется надежность оператора и раскройте их понятие?

Практическое занятие № 4: Определение показателей надежности по статическим данным об отказах изделия (решение задач).

Задача 1. При наблюдении за 10-ю форсунками двигателя внутреннего сгорания вышло, что за 350 ч работы 3 форсунки вышли из строя. Найти вероятность безотказной работы и вероятность отказа.

Задача 2. К условиям первой задачи добавить информацию: после 350 ч работы за 50 ч вышли из строя еще 3 форсунки. Найти частоту и интенсивность отказов.

Задача 3. На испытание поставлено 400 изделий. За время работы 3000 ч отказало 200 изделий. За последующий интервал времени 100 ч отказало еще 100 изделий. Требуется определить вероятность безотказной работы за время работы 3000 ч, 3100 ч, частоту и интенсивность отказов.

Задача 4. На испытание поставлено 6 однотипных изделий. Время безотказной работы первого изделия составило 280 ч, второго – 350 ч, третьего – 400 ч, четвертого – 320 ч, пятого – 380 ч, шестого – 330 ч. Определить среднюю наработку до отказа изделия.

Задача 5. Были проведены наблюдения за 6-ю форсунками двигателя внутреннего сгорания, интенсивности отказа которых $2,571 \cdot 10^{-3}$ 1/ч; $2,978 \cdot 10^{-3}$ 1/ч; $2,129 \cdot 10^{-3}$ 1/ч; $1,121 \cdot 10^{-3}$ 1/ч; $2,474 \cdot 10^{-3}$ 1/ч; $3,074 \cdot 10^{-3}$ 1/ч. Найти среднюю наработку до отказа.

Задача 6. При испытаниях двигателя автомобиля контролировали наружные диаметры компрессионных колец поршней цилиндров. Начальный диаметр колец составлял 80 мм. По истечении 5000 ч были измерены диаметры 6 колец. Получили следующие значения: 79,80 мм; 79,85 мм; 79,82 мм; 79,84 мм; 79,80 мм; 79,86 мм. Величина предельно-допустимого износа колец составляет 0,1 мм. Определить средний технический ресурс работы компрессионных колец.

Задача 7. В результате испытания двух дизелей было установлено, что наработка первого составила 3615 ч, второго – 4005 ч. За это время произошло 5 отказов, что потребовало восстановления их работоспособности. Время восстановления первого составило 14 ч, второго – 18 ч. Определить коэффициент готовности и среднее время восстановления работоспособного состояния.

Задача 8. Оценить вероятность отсутствия отказов механизма в течение 10000 ч, если интенсивность отказов составляет 10^{-8} 1/ч. Принять экспоненциальный закон распределения.

Практическое занятие № 5: Аналитическое определение количественных характеристик надежности изделия (решение задач).

Задача 1. Время работы элемента до отказа подчинено экспоненциальному закону распределения с интенсивностью отказов $1,8 \cdot 10^{-5}$ 1/ч. Требуется вычислить количественные характеристики надежности работы элемента: вероятность безотказной работы, вероятность отказа, частоту отказов и среднюю наработку до отказа для $t=2000$ ч.

Задача 2. Вероятность безотказной работы автоматической линии изготовления цилиндров автомобильного двигателя в течение 120 ч равна 0,9. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности. Требуется рассчитать интенсивность отказов и частоту отказов линии для момента времени 120 ч, а также среднюю наработку до отказа.

Задача 3. Средняя наработка до отказа автоматической системы управления равна 570 ч. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности. Необходимо определить вероятность безотказной работы в течение 100 ч, частоту отказов для момента времени 100 ч и интенсивность отказов.

Задача 4. Время работы элемента до отказа подчинено нормальному закону с параметрами: средняя наработка до отказа 6000 ч, среднее квадратическое отклонение времени безотказной работы 1800 ч. Требуется вычислить для $t=12000$ ч количественные характеристики надежности: вероятность безотказной работы, вероятность отказа, частоту отказов, интенсивность отказов.

Задача 5. Определить вероятность безотказной работы и интенсивность отказов прибора при $t=1500$ ч работы, если при испытаниях получены значения средней наработки до отказа 1700 ч и среднего квадратического отклонения времени безотказной работы 90 ч.

Практическое занятие № 6,7: Статистическая обработка данных испытания изделий: проверка качества исходных данных (решение задач).

Задача 1. В ряде выборки 1,4; 0,1; 1,1; 1,6; 2,1 проверить с помощью критерия Романовского крайнее (минимальное) значение. Уровень достоверности принять равным 0,95.

Задача 2. В ряде выборки 4,3; 4,7; 4,1; 4,5; 4,8; 7,0 проверить с помощью критерия Романовского крайнее (максимальное) значение. Уровень достоверности принять равным 0,98.

Задача 3. В ряде выборке 2,9; 1,1; 3,8; 3,6; 4,3; 4,9; 5,0; 3,2; 3,6; 4,7 проверить с помощью критерия Ирвина минимальное значение. Уровень достоверности принять равным 0,99.

Задача 4. В ряде выборке 7,1; 7,5; 7,2; 6,8; 6,6; 7,0; 11,2; 7,9; 6,5; 7,8 проверить с помощью критерия Ирвина максимальное значение. Уровень достоверности принять равным 0,95.

Задача 5. В ряде выборки 2,2; 2,0; 2,3; 2,1; 2,2; 3,0 проверить с помощью критерия Груббса максимальное значение. Уровень достоверности принять равным 0,95.

Задача 6. В ряде выборки 6,2; 6,0; 6,3; 6,1; 2,2; 6,0 проверить с помощью критерия Груббса минимальное значение. Уровень достоверности принять равным 0,99.

Задача 7. В ряде выборки 1,5; 0,1; 1,3; 1,7; 2,1 проверить с помощью рекомендаций ОСТ 15-227-79 минимальное значение.

Задача 8. В ряде выборки 7,1; 7,5; 7,2; 6,8; 6,6; 7,0; 11,2; 7,9; 6,5; 7,8 проверить с помощью рекомендаций ОСТ 15-227-79 максимальное значение.

Практическое занятие № 8,9: Статистическая обработка данных испытания изделий: проверка качества аппроксимации эмпирического распределения теоретическим (решение задач).

Задача 1. Найти теоретические частоты по заданному интервальному распределению выборки объема $N=180$, предполагая, что генеральная совокупность распределена нормально (см. табл.).

Таблица

Номер интервала	Границы интервала		Частота	Номер интервала	Границы интервала		Частота	Номер интервала	Границы интервала		Частота
	x_i	x_{i+1}			x_i	x_{i+1}			x_i	x_{i+1}	
i	x_i	x_{i+1}	n_i	i	x_i	x_{i+1}	n_i	i	x_i	x_{i+1}	n_i
1	4	6	10	4	10	12	27	7	16	18	22
2	6	8	23	5	12	14	26	8	18	20	17
3	8	10	21	6	14	16	19	9	20	22	15

Задача 2. Найти теоретические частоты по заданному интервальному распределению выборки объема $N=100$, предполагая, что генеральная совокупность распределена нормально (см. табл.).

Таблица

Номер интервала	Границы интервала		Частота	Номер интервала	Границы интервала		Частота	Номер интервала	Границы интервала		Частота
	x_i	x_{i+1}			x_i	x_{i+1}			x_i	x_{i+1}	
i	x_i	x_{i+1}	n_i	i	x_i	x_{i+1}	n_i	i	x_i	x_{i+1}	n_i
1	4	6	12	4	10	12	10	7	16	18	9
2	6	8	14	5	12	14	14	8	18	20	10
3	8	10	8	6	14	16	11	9	20	22	12

Задача 3. При уровне значимости 0,05 проверить гипотезу о нормальном распределении совокупности, если известны эмпирические (10; 23; 21; 27; 26; 19; 22; 17; 15) и теоретические (получают при решении задачи № 1) частоты. Применить критерий Пирсона.

Задача 4. При уровне значимости 0,05 проверить гипотезу о нормальном распределении совокупности, если известны эмпирические (12; 14; 8; 10; 14; 11; 9; 10; 12) и теоретические (получают при решении задачи № 2) частоты. Применить критерий Пирсона.

Задача 5. При уровне значимости 0,02 проверить гипотезу об экспоненциальном законе распределения совокупности с помощью критерия Мизеса, если известны наблюдаемые значения X (см. табл.):

Таблица

Порядковый номер	Значение								
i	x_i								
1	120	9	144	17	128	25	144	33	126
2	128	10	126	18	125	26	150	34	132
3	124	11	120	19	120	27	148	35	138
4	130	12	125	20	122	28	139	36	130
5	132	13	138	21	130	29	144	37	122
6	135	14	135	22	135	30	138	38	124
7	140	15	133	23	138	31	128	39	140
8	122	16	130	24	140	32	122	40	134

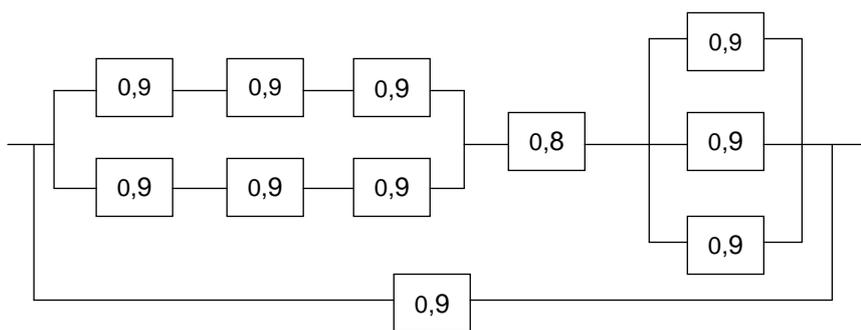
Практическое занятие № 10,11: Расчет показателей надежности при разных способах соединения элементов (решение задач).

Задача 1. Определить вероятность безотказной работы машины постоянного тока. На структурной схеме она представлена коллекторно-щеточным узлом (вероятность безотказной работы 0,92), подшипниками (вероятность безотказной работы 0,95), обмоткой якоря (вероятность безотказной работы 0,99), обмоткой возбуждения (вероятность безотказной работы 0,99). Все данные приведены к наработке 5000 ч. Выход из строя любого из названных элементов приводит к отказу машины.

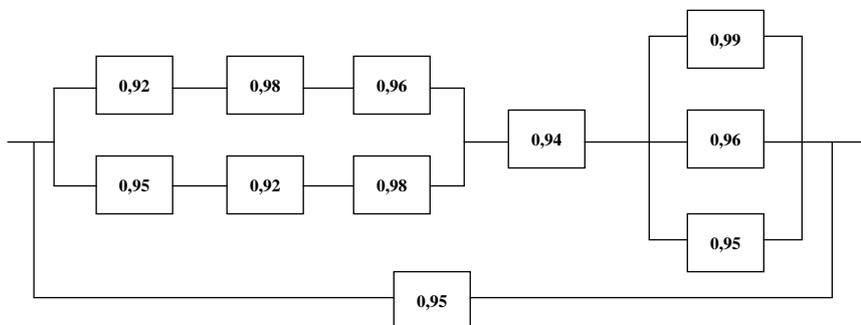
Задача 2. Структурная схема работы механизма представлена пятью элементами, вероятности безотказной работы которых равны: 0,95; 0,92; 0,98; 0,99; 0,96. К отказу механизма приводит отказ всех элементов. Определить вероятность безотказной работы механизма.

Задача 3. Вывести формулу для расчета вероятности безотказной работы системы, в которой последовательно соединены n групп, состоящих из m параллельно включенных элементов (системы с отдельным резервированием). При решении задачи воспользуйтесь рис.2.

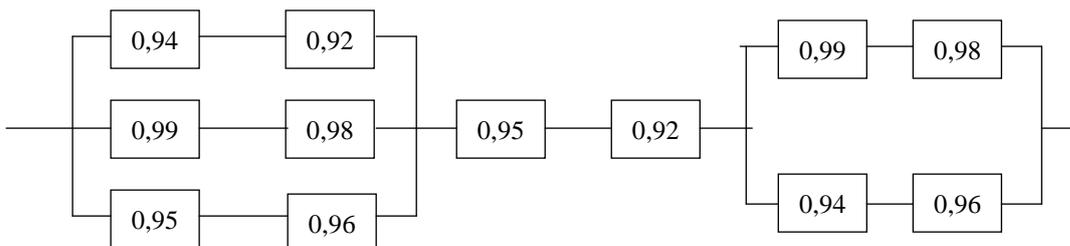
Задача 4. Пускорегулирующая аппаратура представлена структурной схемой надежности. Вероятность безотказной работы каждого элемента представлена на рис. Определить вероятность безотказной работы всей схемы в целом.



Задача 5. Пускорегулирующая аппаратура представлена структурной схемой надежности. Вероятность безотказной работы каждого элемента представлена на рис. Определить вероятность безотказной работы всей схемы в целом.



Задача 6. Структурная схема системы и вероятность безотказной работы каждого элемента представлены на рис.5. Определить вероятность безотказной работы всей системы в целом.



Практическое занятие № 12: Методы повышения надежности объектов (проведение семинара).

Вопросы семинарского занятия

1. Конструктивные способы обеспечения надежности технических систем.
2. Технологические способы обеспечения надежности изделий в процессе эксплуатации.

3. Мероприятия по обеспечению надежности технических систем в процессе эксплуатации.
4. Влияние технического обслуживания на поддержание надежности в условиях эксплуатации.
5. Организационно-технические методы по восстановлению и поддержанию надежности технических систем при эксплуатации.
6. Выбор номенклатуры состава запасных частей.
7. Приближенный и уточненный методы расчета численного состава запасных частей.

Контрольные вопросы

1. Как классифицируются методы повышения надежности технических систем?
2. Приведите примеры основных конструктивных методов повышения надежности.
3. Почему использование стандартных изделий и узлов является конструктивным методом повышения надежности?
4. Какими способами можно добиться повышения прочности и износостойкости материалов?
5. Можно ли повысить уровень надежности на стадии эксплуатации технической системы по сравнению с уровнем надежности, заложенным при проектировании и изготовлении?
6. Какие Вы знаете стратегии ремонта, и в чем заключается их сущность?
7. Как Вы понимаете термины «одиночный и групповой комплект ЗИП»?
8. Сформулируйте задачу расчета количественного состава ЗИП.

Практическое занятие № 13: Методы качественного анализа риска технических систем (проведение семинара).

Вопросы семинарского занятия

1. В чем заключается предварительный анализ опасностей.
2. Что такое анализ последствий отказов (АПО).
3. Чем отличается метод анализа опасностей с помощью дерева причин от метода анализа опасностей с помощью дерева последствий.
4. Что включает в себя анализ опасностей методом потенциальных отклонений (АОМПО).
5. В чем заключается метод причинно-следственного анализа.

Контрольные вопросы

1. Назовите методы качественного анализа риска технических систем.

2. С применения какого метода начинают на практике анализ риска технических систем?

3. Позволяет ли анализ последствий отказов собрать данные, необходимые для количественной оценки уровня опасности рассматриваемой технической системы?

4. Следует ли вводить в содержание дерева причин потенциальные инциденты, связанные с совершением ошибки оператором, при применении метода анализа опасностей с помощью дерева причин?

5. В основном к оценке риска каких объектов применяется анализ опасностей методом потенциальных отклонений?

6. Чем завершается причинно-следственный анализ риска технических систем?

Практическое занятие № 14: Методы качественного анализа риска технических систем (решение задач).

Задача 1. Гибель человека от электрического тока может произойти при включении его тела в электрическую цепь с достаточной для этого силой тока. Следовательно, чтобы произошел несчастный случай (событие А) необходимо одновременное выполнение трех условий:

- наличие потенциально высокого напряжения на корпусе электроустановки (событие Б);
- появление человека на токопроводящем основании, соединенном с землей (событие В);
- касанием тела человека корпуса электроустановки (событие Г).

В свою очередь событие Б может быть следствием любого из трех событий:

- понижение сопротивления изоляции токоведущих частей (событие Д);
- касание ими корпуса установки (событие Е).

Событие В также может быть обусловлено двумя условиями:

- вступление человека на токопроводящее основание (событие Ж);
- касание его туловищем заземленных элементов помещения (событие З).

Событие Г является результатом появления хотя бы одной из трех предпосылок:

- потребность ремонта (событие И);
- потребность технического обслуживания (событие К);
- использование электроустановки по назначению, т.е. нормальная эксплуатация электроустановки (событие Л).

Построить дерево причин поражения человека электротоком и получить логическую формулу реализации данного несчастного случая.

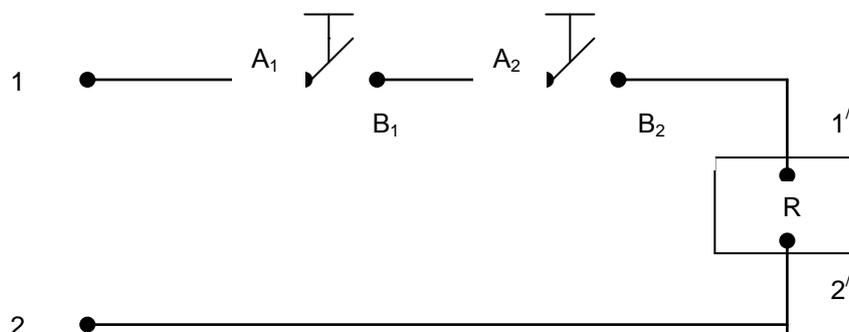
Задача 2. На скважине в Саратовской области произошел групповой несчастный случай. После окончания работ бригада (4 человека) зашла в вахтовый вагон для отдыха. Для

отопления вахтового вагона используется отопительный газовый аппарат с пропановым баллоном. В помещении находились подключенный к отопительной установке баллон и резервный, заполненный пропаном. Внезапно над отопительным прибором произошел выброс газа с дальнейшим воспламенением и распространением пламени по помещению. Находившиеся в вагоне люди стали спасаться бегством через дверь и окна. Вскоре после эвакуации людей произошел взрыв пропановых баллонов, работники получили термические ожоги различной степени кистей рук и лица.

Техническими причинами несчастного случая явилась разгерметизация рабочего баллона. В дальнейшем были обнаружены металлургические дефекты в элементах баллонов и дефекты сборки баллонов. На пункте заполнения баллонов пропаном отсутствовал манометр на трубопроводах накопительной колонки, что могло привести к переполнению баллонов при заполнении.

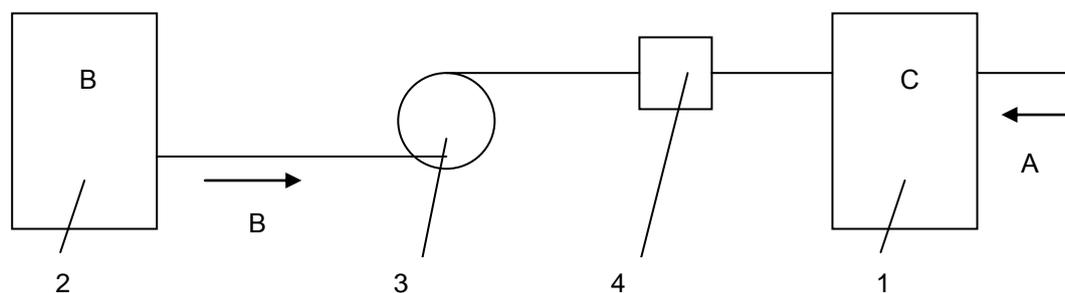
Задача 3. Выполнение сварочных работ сопровождается искрой, которая может вызвать возгорание. В случае возникновения задымления в помещении автоматически срабатывает спринклерная система пожаротушения (ССП). При большом очаге пожара необходимо в соответствии с инструкцией включить систему пожаротушения (СП) и вызвать пожарных. Построить дерево последствий потенциального чепе.

Задача 4. На рисунке представлена схема управления с двумя кнопками A_1 и A_2 , которые при нажатии на них замыкают контакты B_1 и B_2 , при этом включается катушка реле R и производится пуск машины (не показана). Выполнить анализ последствий отказов, учитывая, что опасность возникает, если происходит чепе – случайный пуск машины. Получить логическую формулу чепе. Обозначить: L – короткое замыкание между точками 1 и 1'; A_i – замыкание i -го контакта вследствие нажатия кнопки; B_i – замыкание i -го контакта вследствие механического повреждения.



Задача 5. Имеется герметичный объект, в котором химические вещества A и B вступают в реакцию, чтобы образовать продукт C (см. рис.). Допустим, что потенциальным чепе является взрыв, происходящий тогда, когда концентрация C_A вещества A превысит концен-

трацию C_B вещества В в емкости 1. Провести анализ опасностей методом потенциальных отклонений.



1, 2 – резервуары; 3 – насос; 4 - вентиль

Практическое занятие № 15: Методы количественного анализа риска технических систем (решение задач).

Задача 1. В России на объектах нефтегазовой отрасли в 2010 году произошло 18 аварий. Из них 7 – фонтаны; 2 – падение вышек; 4 – пожары; 5 – прочие виды аварий. Всего в нефтегазовой отрасли насчитывалось 370 тыс. объектов. Определить риск аварий на нефтегазовых объектах России в 2010 году в целом и риски, связанные с различными причинами.

Задача 2. Провести численную оценку риска чрезвычайного происшествия технической системы, состоящей из 4-х подсистем с независимыми отказами. Вероятности отказов подсистем: $P_1 = 10^{-2}$, $P_2 = 10^{-4}$, $P_3 = 10^{-2}$, $P_4 = 10^{-3}$, ожидаемые ущербы от отказов подсистем $U_1 = 15 \cdot 10^6$ руб., $U_2 = 42 \cdot 10^6$ руб., $U_3 = 12 \cdot 10^6$ руб., $U_4 = 28 \cdot 10^6$ руб.

Задача 3. Провести численную оценку риска чрезвычайного происшествия технической системы, состоящей из 5-и подсистем с независимыми равновероятными отказами $P = 10^{-3}$. Ожидаемые ущербы от отказов подсистем $U_1 = 15 \cdot 10^6$, $U_2 = 12 \cdot 10^6$, $U_3 = 22 \cdot 10^6$, $U_4 = 18 \cdot 10^6$, $U_5 = 25 \cdot 10^6$.

Задача 4. Защитное устройство дисковой пилы предотвращает 95% несчастных случаев, а инструкция по охране труда – 98% несчастных случаев. В определенном смысле – это параллельные мероприятия, составляющие подсистему И. Определить риск несчастного случая при эксплуатации дисковой пилы.

Задача 5. Если возгорание может произойти как от неосторожного курения, так и вследствие электростатического разряда, то мероприятия, предотвращающие эти причины надо рассматривать как последовательные. Инструктаж по пожарной безопасности с вероятностью 0,9 предотвращает курение в неподобающем месте. Поддержание относительной влажности воздуха в помещении не ниже 70% с вероятностью 0,93 устраняет возникновение

электростатического разряда. Каков риск возникновения чепе, связанного с возгоранием в данном случае?

Задача 6. Ущерб от возможного пожара в первой организации оценивается в 2 млн. долларов. В этой организации реализована система предотвращения пожаров, которая с вероятностью 0,99993 исключает возникновение и развитие пожара. Во второй организации ущерб от возникновения и развития пожара составляет 5 млн. долларов, система предотвращения пожара исключает пожар с вероятностью 0,99999. В какой организации риск пожара выше?

Приложение № 3

Типовые задания по курсовой работе

Курсовая работа выполняется по индивидуальному заданию, предполагающему комплексное использование знаний, полученных при освоении дисциплины, формирование умений и навыков для расчета показателей надежности технических систем и применения методов качественного и количественного анализа риска технических систем.

Структура курсовой работы должна выглядеть следующим образом:

Введение.

1. Обзор нормативных документов.
2. Расчет показателей надежности технической системы.
3. Характеристика методов качественного анализа надежности и риска.
4. Анализ надежности технической системы с помощью дерева причин потенциально-го чепе.

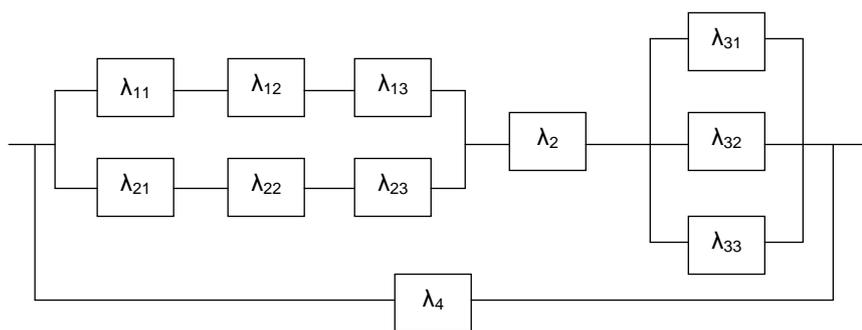
Заключение.

Список использованной литературы.

Во введении студент обосновывает важность и актуальность курсовой работы, её значение для повышения безопасности технологических процессов и производств, надежности функционирования объектов экономики. Здесь же раскрывается краткое содержание основных разделов курсовой работы.

При написании обзора имеющихся нормативных документов необходимо дать их краткую характеристику, раскрыть основные правила и методы оценки рисков технических систем, основные понятия надежности технических систем и установления их номенклатуры, методы управления надежностью, а также методы анализа отказов в технике.

Во втором разделе необходимо провести расчет показателей надежности технической системы. Таковой является пускорегулирующая аппаратура, представленная структурной схемой надежности, изображенной на рисунке. Требуется определить количественные характеристики надежности работы элементов: вероятность безотказной работы, вероятность отказа, частоту отказов и среднюю наработку до отказа для $t=5000$ ч., а также вероятность безотказной работы всей схемы в целом. Время работы элементов системы до отказа подчинено экспоненциальному закону распределения. Значения интенсивности отказов каждого элемента системы выбираются из соответствующей таблицы в зависимости от последней цифры шифра зачетной книжки.



В четвертом разделе курсовой работы требуется провести анализ надежности технической системы с помощью дерева причин потенциального чепе (АОДП). Необходимо построить дерево причин потенциального чепе, заключающегося в прекращении выработки электроэнергии генератором. Причинами этого может быть хотя бы одно из событий: обрыв цепи выключателя; отказ внутренней обмотки двигателя; вторичные отказы; отключение сети. Отключение сети может произойти либо из-за отказа сети, либо из-за перегорания предохранителя. Вторичные отказы могут быть обусловлены либо неудовлетворительным техническим обслуживанием, либо аномальными условиями эксплуатации, либо внешними катастрофами (пожар, наводнение и т.п.).

Заключение по курсовой работе должно содержать перечисление основных полученных результатов, краткие комментарии по ним, указание на возможность повышения уровня надежности технических систем.

Приложение № 4

Экзаменационные вопросы по дисциплине

1. Элементы математической логики. Простейшие логические связи.
2. Элементы математической логики. Импликация, эквивалентность.
3. Элементы математической логики. Логические возможности.
4. Элементы теории множеств. Понятие множества.
5. Элементы теории множеств. Операции над множествами.
6. Элементы теории графов. Основные определения и понятия. Степени и полустепени вершин графа.
7. Элементы теории графов. Маршруты графа. Части графа.
8. Элементы теории графов. Унарные и бинарные операции.
9. Элементы теории вероятностей. Основные понятия теории вероятностей.
10. Элементы теории вероятностей. Теорема сложения вероятностей. Теорема умножения вероятностей.
11. Элементы теории вероятностей. Следствия теорем сложения и умножения. Формула полной вероятности.
12. Виды случайных величин. Характеристики дискретных случайных величин.
13. Нормальное распределение. Показательное распределение.
14. Элементы системы и системного анализа. Основные определения.
15. Элементы системы и системного анализа. Модели состава системы и структуры системы. Структурная схема системы.
16. Элементы системы и системного анализа. Иерархия. Процессы в системе. Большая и сложная системы.
17. Система человек-машина-среда. Особенности и структура.
18. Классификация систем человек-машина-среда.
19. Понятия и аппарат анализа опасностей систем человек-машина-среда.
20. Состояния и события, характеризующие надежность. Восстанавливаемые и невосстанавливаемые изделия.
21. Безотказность машин и технических систем и ее показатели.
22. Долговечность машин и технических систем и ее показатели.
23. Показатели ремонтпригодности и сохраняемости машин и технических систем. Комплексные показатели надежности.
24. Установление номенклатуры показателей надежности машин и технических систем.
25. Определение показателей безотказности машин и технических систем.

26. Определение показателей долговечности и комплексных показателей надежности машин и технических систем.
27. Определение нормативных показателей надежности машин и технических систем.
28. Классификация отказов машин и технических систем.
29. Схемы отказов машин и технических систем.
30. Математический аппарат, применяемый для определения показателей надежности.
31. Планирование наблюдений при получении количественных показателей надежности.
32. Порядок статистической обработки показателей надежности. Проверка качества исходных данных (критерии Романовского, Ирвина, Груббса).
33. Порядок статистической обработки показателей надежности. Построение эмпирического распределения и статистическая оценка его параметров.
34. Порядок статистической обработки показателей надежности. Аппроксимация эмпирической гистограммы теоретическим распределением (критерий Пирсона, Мизеса).
35. Надежность технических систем. Способы соединения элементов в системе.
36. Расчет показателей надежности технических систем при разных способах соединения элементов.
37. Функциональная схема технической системы и определение ее показателей надежности.
38. Целесообразность ремонта. Стратегии ремонта.
39. Расчет номенклатуры и количества запасных частей.
40. Планы испытаний на надежность машин и технических систем.
41. Общие понятия в связи с риском.
42. Методы качественного анализа риска СЧМС. Общий подход к анализу риска. Предварительный анализ опасностей.
43. Методы качественного анализа риска СЧМС. Анализ последствий отказов.
44. Методы качественного анализа риска СЧМС. Анализ опасностей с помощью дерева причин потенциального чепе.
45. Методы качественного анализа риска СЧМС. Анализ опасностей с помощью дерева последствий потенциального чепе.
46. Методы качественного анализа риска СЧМС. Анализ опасностей методом потенциальных отклонений.
47. Методы качественного анализа риска СЧМС. Причинно-следственный анализ.
48. Методы количественного анализа риска СЧМС. Функция опасности для системы ЧМС.
49. Методы количественного анализа риска СЧМС. Подсистемы и чепе ИЛИ, И.
50. Численный анализ риска СЧМС.

Приложение № 5

Типовые экзаменационные задачи по дисциплине

1. При наблюдении за 10-ю форсунками двигателя внутреннего сгорания выявилось, что за 350 ч работы 3 форсунки вышли из строя. Найти вероятность безотказной работы и вероятность отказа.

2. К условиям первой задачи добавить информацию: после 350 ч работы за 50 ч вышли из строя еще 3 форсунки. Найти частоту и интенсивность отказов.

3. Были проведены наблюдения за 6-ю форсунками двигателя внутреннего сгорания, интенсивности отказа которых $2,571 \cdot 10^{-3}$ 1/ч; $2,978 \cdot 10^{-3}$ 1/ч; $2,129 \cdot 10^{-3}$ 1/ч; $1,121 \cdot 10^{-3}$ 1/ч; $2,474 \cdot 10^{-3}$ 1/ч; $3,074 \cdot 10^{-3}$ 1/ч. Найти среднюю наработку до отказа.

4. При испытаниях двигателя автомобиля контролировали наружные диаметры компрессионных колец поршней цилиндров. Начальный диаметр колец составлял 80 мм. По истечении 5000 ч были измерены диаметры 6 колец. Получили следующие значения: 79,80 мм; 79,85 мм; 79,82 мм; 79,84 мм; 79,80 мм; 79,86 мм. Величина предельно-допустимого износа колец составляет 0,1 мм. Определить средний технический ресурс работы компрессионных колец.

5. В результате испытания двух дизелей было установлено, что наработка первого составила 3615 ч, второго – 4005 ч. За это время произошло 5 отказов, что потребовало восстановления их работоспособности. Время восстановления первого составило 14 ч, второго – 18 ч. Определить коэффициент готовности и среднее время восстановления работоспособного состояния.

6. Оценить вероятность отсутствия отказов механизма в течение 10000 ч, если интенсивность отказов составляет 10^{-8} 1/ч. Принять экспоненциальный закон распределения.