

Государственное образовательное учреждение
«Приднестровский государственный университет им. Т.Г. Шевченко»
Кафедра техносферной безопасности

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой, профессор,

 /В.В. Ени

« 01 » 09 2023г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

по дисциплине

Надежность технических систем и техногенный риск

направление

2.20.03.01 ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

профиль

Безопасность жизнедеятельности в техносфере

Пожарная безопасность

Защита в чрезвычайных ситуациях

Квалификация

бакалавр

Форма обучения:

очная/заочная

ГОД НАБОРА: 2020

Разработал:

ст. преподаватель

 / Т.В. Огнева

« 01 » 09 2023г.

г. Тирасполь 2023

Паспорт фонда оценочных средств по учебной дисциплине

«НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ТЕХНОГЕННЫЙ РИСК»

1. В результате изучения дисциплины «Надежность технических систем и техногенный риск» студент должен:

1.1. Знать:

- причины недостаточно высокой надежности технических систем;
- характеристики технических систем, используемые в теории надежности;
- основные виды отказов технических систем;
- теоретические законы распределения вероятностей;
- методы оценки надежности систем различной структуры;
- основные принципы анализа и моделирования надежности технических систем и определения приемлемого риска;
- основные принципы и способы повышения надежности технических систем;
- роль и место техногенного риска в процессе принятия решений;
- методы количественной оценки техногенного риска.

1.2. Уметь:

- проводить расчеты надежности и работоспособности основных видов механизмов;
- производить количественную оценку надежности элементов технических систем;
- рассчитывать надежность технических систем с учетом их структуры и старения элементов;
- выбирать оптимальный вариант резервирования в интересах повышения надежности технических систем;
- идентифицировать основные опасности среды обитания человека, оценивать риск их реализации, выбирать методы защиты от опасностей и способы обеспечения комфортных условий жизнедеятельности.

1.3. Владеть:

- методами математического моделирования надежности и безопасности работы отдельных звеньев реальных технических систем и технических объектов в целом.

2. Программа оценивания контролируемой компетенции:

Текущая аттестация	Контролируемые разделы (темы) дисциплины и их наименование	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Наименование оценочного средства
1	Основные положения и методы расчета надежности технических систем	ПК -17, ПК- 19, ПК -20, ПК- 21, ПК- 23	- Коллоквиум - Практическая работа - Контрольная работа
	Анализ техногенного риска		
	Мероприятия, методы и средства обеспечения надежности и безопасности технических систем		
Промежуточная аттестация		Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
№1		ПК -17, ПК- 19, ПК -20, ПК- 21, ПК- 23	Вопросы к экзамену

Перечень оценочных средств

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1.	Коллоквиум (теоретический опрос)	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное в виде устного опроса студента или в виде собеседования преподавателя с обучающимися.	Вопросы по разделам дисциплины
2.	Доклад, сообщение	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой публичное выступление по представлению полученных результатов решения определенной учебно-практической, учебно-исследовательской или научной темы	Темы докладов, сообщений
3.	Практическая работа	Собеседование по защите практических. Предоставление отчета.	Темы практических и работ
4.	Контрольная работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам

Вопросы для коллоквиумов, собеседования

по дисциплине «Надежность технических систем и техногенный риск»

Раздел 1. Основные положения и методы расчета надежности технических систем.

1. Роль внешних факторов, воздействующих на формирование отказов технических систем.
2. Анализ причины отказов пожарной техники и аварийно-спасательных машин общего назначения.
3. Выявление основных опасностей на ранних стадиях проектировании; исследования в предпусковой период; исследования действующих систем.

Раздел 2. Анализ техногенного риска.

1. Система «человек-машина-среда» (ЧМС). Компоненты, иерархия и жизненные циклы системы «человек - машина-среда». Система управления опасностями.
2. Прогнозирование аварий и катастроф.
3. Основы методологии анализа и управления риском.
4. Оценка пожарного риска.

Раздел 3. Мероприятия, методы и средства обеспечения надежности и безопасности технических систем.

1. Основы государственной и международной политики в сфере обеспечения надежности технических систем и техногенного риска.
2. Резервирование. Виды резервирования. Способы структурного резервирования
3. Обеспечение надежности пожарных автомобилей и аварийно-спасательных машин общего назначения.

Критерии оценки:

- оценка «зачтено» выставляется на основании следующих показателей: полнота раскрытия проблемы, содержащейся в вопросе, в теоретическом аспекте; умение грамотно выстроить свой ответ, использовать примеры и факты для доказательности ответа, отвечать на дополнительные вопросы; показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников.

- оценка «не зачтено» - выставляется на основании следующих показателей: проблема, содержащаяся в вопросе, раскрыта не полностью, односторонне, либо проблема вообще не раскрыта; неумение грамотно выстроить свой ответ, не понимание задаваемых вопросов, неумение доказать свою позицию; не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем.

Комплект заданий для контрольных работ

по дисциплине «Надежность технических систем и техногенный риск»

Вариант 1.

1. Критерии и количественные характеристики надежности.
2. Роль внешних факторов, воздействующих на формирование отказов технических систем
3. Оценка надежности человека как звена сложной технической системы.

Вариант 2.

1. Единичные показатели надежности: безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость.
2. Процессы, снижающие работоспособность системы.
3. Расчет надежности технических систем с параллельным соединением элементов.

Вариант 3.

1. Законы распределения, используемые в теории надежности.
2. Резервирование, виды резервирования.
3. Расчет надежности технических систем с параллельным соединением элементов.

Вариант 4.

1. Определение надежности. Надежность, как комплексное свойство технического объекта.
2. Регистрация результатов исследования и содержание информационного отчета по безопасности процесса.
3. Выявление основных опасностей на ранних стадиях проектировании; исследования в предпусковой период; исследования действующих систем.

Вариант 5.

1. Виды отказов и причинные связи.
2. Системный подход к анализу возможных отказов: понятие, назначение, цели и этапы, порядок, границы исследования.
3. Прогнозирование аварий и катастроф.

Вариант 6.

1. Оценка надежности человека как звена сложной технической системы.
2. Основные положения теории риска, приемлемый (допустимый) риск.
3. Системный подход к анализу возможных отказов: понятие, назначение, цели и этапы, порядок, границы исследования.

Вариант 7.

1. Критерии надежности невосстанавливаемых объектов.
2. Способы структурного резервирования.
3. Расчет надежности технических систем с параллельно-последовательным соединением элементов.

Вариант 8.

1. Основные положения теории риска, приемлемый (допустимый) риск.
2. Основы государственной и международной политики в сфере обеспечения надежности технических систем и техногенного риска.
3. Построить «дерево отказов».

Вариант 9.

1. Понятие техногенного риска; развитие риска на промышленных объектах.
2. Методы обеспечения надежности сложных технических систем.
3. Построить «дерево событий».

Вариант 10.

1. Анализ и оценка риска: понятие и место в обеспечении безопасности технических систем.
2. Регистрация результатов исследования и содержание информационного отчета по безопасности процесса.
3. Построить дерево неисправностей для случая первичных отказов.

Критерии оценки:

«Отлично» - содержание письменного ответа исчерпывает содержание вопроса. Студент демонстрирует как знание, так и понимание вопроса, а также знание основной и дополнительной литературы.

«Хорошо» - содержание письменного ответа в основных чертах отражает содержание вопроса, но имеются некоторые пробелы и недочеты. Студент демонстрирует знание только основной литературы.

«Удовлетворительно» - содержание письменного ответа в основных чертах отражает содержание вопроса, но имеются ошибки. Не все положения темы раскрыты полностью. Имеются фактические пробелы и не полное владение литературой. Нарушаются нормы философского языка; имеется нечеткость и двусмысленность письменной речи.

«Неудовлетворительно» - содержание письменного ответа не отражает содержание вопроса. Имеются грубые ошибки, а также незнание ключевых определений и литературы. Письменный ответ на вопрос не написан полностью; ответ не носит развернутого изложения темы.

Темы практических занятий

по дисциплине «Надежность технических систем и техногенный риск»

Раздел 1. Основные положения и методы расчета надежности технических систем.

- Расчет надежности восстанавливаемых технических изделий.
- Расчет надежности невосстанавливаемых технических изделий.
- Математические модели теории надежности.
- Использование математических зависимостей для оценки надежности и риска технических систем.

- Прогнозирование надежности по закону распределения Пуассона и по экспоненциальному закону распределения вероятности.
- Определение вероятности отказа по нормальному закону распределения (закону Гаусса).
- Определение вероятности безотказной работы технического устройства с логарифмическим распределением.
- Использование закона Вейбулла и гамма распределения (двух параметрические распределения) в теории надежности.

Раздел 2. Анализ техногенного риска.

- Расчет показателей надежности технических систем с последовательным соединением элементов.
- Расчет показателей надежности технических систем с параллельным соединением элементов.
- Расчет показателей надежности технических систем с параллельно-последовательным соединением элементов.
- Построения дерева неисправностей для случая первичных отказов.
- Построения дерева неисправностей для случая вторичных отказов.
- Построение «дерева отказов» и «дерева событий».
- Анализ и расчет надежности технической системы.

Раздел 3. Мероприятия, методы и средства обеспечения надежности и безопасности технических систем.

- Количественная оценка риска
- Обеспечение надежности технических систем

Критерии оценки:

При оценке практической работы учитывается содержание и структура, оформление письменного отчета, ответы на вопросы при защите работы.

Содержание и структура письменного отчета:

- сформулирована цель;
- указаны задачи и порядок выполнения работы;
- дано теоретическое обоснование работы;
- выполненное индивидуальное задание (согласно данному варианту);
- результаты и выводы соответствуют поставленной цели;
- список литературы;
- соответствие содержания отчета теме и задачам;
- логическая последовательность отчета;
- краткость, точность, законченность информации;
- достоверность информации и правильность выполнения индивидуального задания.

Требования к оформлению отчета:

- наличие указания темы и ф.и.о. автора отчета;
- иллюстрации, таблицы и формулы, если их в тексте более одной, нумеруют;
- расчетные формулы записывают в общем виде. Затем в формулу подставляют значения входящих в нее параметров в той последовательности, в какой они приведены в формулах, и, наконец, приводят результат вычисления.
- расшифровку символов и числовых коэффициентов приводят непосредственно под формулой в той же последовательности, в какой они даны в ней, с новой строки. Расшифровку начинают со слова «где» без двоеточия после него.

- оценка грамотности и культуры изложения (в т.ч. орфографической, пунктуационной, стилистической культуры), владение терминологией;
- насколько верно оформлены ссылки на используемую литературу, список литературы.

- оценка «зачтено» выставляется на основании следующих показателей: решение конкретной практической ситуации с учетом изложенных в теории вопроса положений; умение грамотно выстроить свой ответ, использовать примеры и факты для доказательности ответа, отвечать на дополнительные вопросы; показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов без ошибок выполнил практическое задание

- оценка «не зачтено» - выставляется на основании следующих показателей: отсутствие решения конкретной практической ситуации, или если ситуация решена неверно; неумение грамотно выстроить свой ответ, не понимание задаваемых вопросов, неумение доказать свою позицию; не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем; с ошибками выполнил практические задания.

Результирующая оценка выставляется в пятибалльной системе, на основании следующих показателей:

- 5 (отлично), если в полном объеме выполнены все требования к содержанию, структуре и оформлению письменного отчета;
- 4 (хорошо), если основные требования к содержанию, структуре и оформлению письменного отчета выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы; степень полноты отчета более 60%;
- 3 (удовлетворительно), если имеются существенные отступления от требований к содержанию, структуре и оформлению письменного отчета. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании отчета; отсутствует логическая последовательность отчета; степень полноты отчета от 30 до 60%;
- 2 (неудовлетворительно) выставляется на основании следующих показателей: если содержание отчета не соответствует теме и задачам; индивидуальное задание не соответствует заданному варианту; с ошибками выполнено практическое задание, отсутствие ответов на дополнительные вопросы при защите работы.

Не зачтенный отчет по практической/лабораторной работе должен быть исправлен и повторно проверен преподавателем.

Вопросы для экзамена

по дисциплине «Надежность технических систем и техногенный риск»

1. Определение и единичные показатели надежности. Роль надежности технических систем в техносферной безопасности.
2. Виды надежности.
3. Критерии и количественные характеристики надежности.
4. Критерии надежности невосстанавливаемых и восстанавливаемых объектов.
5. Причины потери работоспособности технического объекта, процессы, снижающие работоспособность системы.
6. Роль внешних факторов, воздействующих на формирование отказов технических систем.
7. Характеристика и виды отказов, причинные связи.
8. Теоретические законы распределения отказов, основные законы распределения,

используемые в теории надежности.

9. Резервирование: виды резервирования, способы структурного резервирования.
10. Расчет надежности технических систем с последовательным соединением элементов.
11. Расчет надежности технических систем с параллельным соединением элементов.
12. Расчет надежности технических систем с параллельно-последовательным соединением элементов.
13. Методика исследования надежности технических систем (системный подход к анализу возможных отказов: понятие, назначение, цели и этапы, порядок, границы исследования; выявление основных опасностей на ранних стадиях проектирования; исследования в предпусковой период; исследования действующих систем; регистрация результатов исследования и содержание информационного отчета по безопасности процесса).
14. Оценка надежности человека как звена сложной технической системы.
15. Понятие системного анализа, система управления опасностями (СУО).
16. Система «человек-машина-среда» (ЧМС). Компоненты, иерархия и жизненные циклы системы «человек - машина-среда».
17. Основные положения теории риска, приемлемый (допустимый) риск.
18. Понятие техногенного риск, развитие риска на промышленных объектах.
19. Основы методологии анализа и управления риском:
20. Анализ и оценка риска: понятие и место в обеспечении безопасности технических систем.
21. Управление риском: понятие и место в обеспечении безопасности технических систем.
22. Методы качественного анализа надежности и риска.
23. Логико-графические методы анализа надежности и риска.
24. Оценка пожарного риска.
25. Мероприятия, методы и средства обеспечения надежности и безопасности технических систем (конструктивные способы обеспечения надежности, технологические способы обеспечения надежности изделий в процессе изготовления, обеспечение надежности сложных технических систем в условиях эксплуатации, пути повышения надежности сложных технических систем при эксплуатации).
26. Организационно-технические методы по восстановлению и поддержанию надежности техники при эксплуатации.
27. Государственная и международная политика в сфере обеспечения надежности технических систем и техногенного риска.
28. Правовые аспекты анализа риска и управления промышленной безопасностью.
29. Оценка экономического ущерба от промышленных аварий.
30. Задача: Определение надежности объекта

Задача. Определение надежности объекта

Определить в соответствии с вариантом (табл.1) один из показателей надежности (вероятность безотказной работы $P(t)$, время безотказной работы t или интенсивность отказов λ в период нормальной эксплуатации).

Методика расчета

В период нормальной эксплуатации постоянные отказы не проявляются, и надёжность характеризуется внезапными отказами. Эти отказы вызываются неблагоприятным стечением многих обстоятельств и поэтому имеют постоянную интенсивность, которая не зависит от возраста изделия:

$$\lambda(t) = \lambda = \text{const},$$

где $\lambda = 1/m_t$; m_t – средняя наработка до отказа (обычно в часах).

$$m_i \approx \bar{t} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i.$$

Здесь t – наработка до отказа i -го изделия; N – общее число наблюдений. Тогда λ выражается числом отказов в час и, как правило, составляет малую величину.

Вероятность безотказной работы рассчитывается по формуле:

$$P(t) = e^{-\lambda t}$$

Она подчиняется экспоненциальному закону распределения времени безотказной работы и одинакова в любых одинаковых промежутках времени в период нормальной эксплуатации.

Таблица 1.

№ вар-та	Содержание задачи
1.	Питание цехового электрического трансформатора осуществляется кабелем, определить надёжность его против обрыва после эксплуатации на протяжении 5000 ч, интенсивность отказов $\lambda = 3 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$.
2.	Для электродвигателя вентилятора местной вытяжной вентиляции машины литья под давлением установлено время безотказной работы $t = 2000$ ч, определить вероятность безотказной работы электродвигателя, интенсивность отказов $\lambda = 3 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1}$.
3.	Определить вероятность безотказной работы гидравлического насоса при заданном времени безотказной работы в 5000 ч, интенсивность отказов $\lambda = 3 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1}$.
4.	Сцепление валов в машинах обеспечивается муфтами сцепления, при наработке 1200 ч определить их вероятность безотказной работы, интенсивность отказов $\lambda = 4 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$.
5.	Найти вероятность безотказной работы генератора за 130 ч и определить математическое ожидание наработки на отказ, интенсивность отказов $\lambda = 2 \cdot 10^{-5} \text{ ч}^{-1}$.
6.	Ограничители передвижений предупреждают аварийные ситуации, определить вероятность безотказной работы для них после работы в течение 14 000 ч, интенсивность отказов $\lambda = 1,65 \cdot 10^{-7} \text{ ч}^{-1}$.
7.	Найти вероятность безотказной работы пневматического цилиндра за 150 ч и определить математическое ожидание наработки на отказ, интенсивность отказов $\lambda = 2 \cdot 10^{-5} \text{ ч}^{-1}$.
8.	Время разгерметизации гидросистемы (утечки) из-за выхода из строя прокладок равно интервалу в 1500 ч, определить вероятность безотказной работы трубопроводов, интенсивность отказов $\lambda = 1 \cdot 10^{-8} \text{ ч}^{-1}$.
9.	Для компрессора задан гамма-процентный ресурс $T_\gamma = 99 \%$. Определить необходимый показатель интенсивности отказов, время эксплуатации (срок службы) – 12 000 ч.
10.	Найти вероятность безотказной работы электродвигателя за 200 ч и определить математическое ожидание наработки на отказ, интенсивность отказов $\lambda = 3 \cdot 10^{-5} \text{ ч}^{-1}$.
11.	Определить показатели надежности шариковых подшипников после 14 000 ч работы, интенсивность отказов $\lambda = 7,2 \cdot 10^{-8} \text{ ч}^{-1}$.
12.	Питание цехового электрического трансформатора осуществляется кабелем, определить надёжность его против обрыва после эксплуатации на протяжении 9000 ч, интенсивность отказов $\lambda = 3 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$.

13.	Определить вероятность безотказной работы концевых выключателей компрессора при заданной безотказной работе в 8 000 ч, интенсивность отказов $\lambda = 3 \cdot 10^{-4} \text{ ч}^{-1}$.
14.	Найти вероятность безотказной работы гидравлического цилиндра за 100ч и определить математическое ожидание наработки на отказ, интенсивность отказов $\lambda = 3 \cdot 10^{-5} \text{ ч}^{-1}$.
15.	Сцепление валов в машинах обеспечивается муфтами сцепления, при наработке 18 000 ч определить их вероятность безотказной работы, интенсивность отказов $\lambda = 4 \cdot 10^{-6} \text{ ч}^{-1}$.

Критерии оценки:

Оценка 5 ставится, если на вопросы даны исчерпывающие ответы, проиллюстрированные наглядными примерами там, где это необходимо. Ответы изложены грамотным научным языком, все термины употреблены корректно, все понятия раскрыты, верно.

Оценка 4 ставится, если на вопросы даны в целом верные ответы, но с отдельными неточностями, не носящими принципиального характера. Не все термины употреблены правильно, присутствуют отдельные некорректные утверждения и грамматические / стилистические погрешности изложения. Ответы не проиллюстрированы примерами в должной мере.

Оценка 3 ставится, если ответы на вопросы носят фрагментарный характер, верные выводы перемежаются с неверными. Упущены содержательные блоки, необходимые для полного раскрытия темы. Студент в целом ориентируется в тематике учебного курса, но испытывает проблемы с раскрытием конкретных вопросов. Также оценка «удовлетворительно» ставится при верном ответе на один вопрос и неудовлетворительном ответе на другие.

Оценка 2 ставится, если ответы на вопросы отсутствуют либо не соответствуют содержанию вопросов. Ключевые для учебного курса понятия, содержащиеся в вопросах, трактуются ошибочно.