

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 10.11.2023 17:32:23
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В. Пекаревский
« 28 » июня 2021 г.

Рабочая программа дисциплины
ТЕОРИЯ НАДЕЖНОСТИ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ
Специальность

18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий

Специализация
Технология энергонасыщенных материалов и изделий

Квалификация

Инженер

Форма обучения

Очная

Факультет **инженерно-технологический**

Кафедра **химической энергетики**

Санкт-Петербург

2021

Б1.В.10.08

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		доцент, Украинцева Т.В.

Рабочая программа дисциплины «Теория надежности технических систем» обсуждена на заседании кафедры химической энергетики
протокол от «24» июня 2021 № 10
Заведующий кафедрой

А.С. Мазур

Одобрено учебно-методической комиссией инженерно-технологического факультета
протокол от «24» июня 2021 № 9

Председатель

А.П. Сусла

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий»		Т.В. Украинцева
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		М.З. Труханович
Начальник учебно-методического управления		С.Н. Денисенко

Оглавление

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	4
2 Место дисциплины в структуре образовательной программы.....	5
4 Содержание дисциплины	7
4.1 Разделы дисциплины и виды занятий	7
4.2 Занятия лекционного типа.....	8
4.3. Занятия семинарского типа	10
5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	13
7 Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	14
8 Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины	15
9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	15
<u>10 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине</u>	<u>17</u>
11 Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы	17
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	17
Приложение № 1	18
к рабочей программе дисциплины	18

1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения образовательной программы специалитета обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
<p>ПК-5 Способен проектировать производство по переработке, утилизации энергонасыщенных материалов в том числе с использованием автоматизированного проектирования</p>	<p>ПК-5.1 Способность оценить надежность проектируемого оборудования, технических систем, изделий.</p>	<p>Знать: -основные понятия, термины и определения, используемые в теории надежности (ЗН5.1.1); - методы оценки и повышения надежности технических систем и снижения риска, устойчивости технических систем (ЗН5.1.2);</p> <p>Уметь: - оценивать показатели теории надежности (надежность, долговечность, ремонтпригодность..)(У.5.1.1)</p> <p>Владеть: -способностью количественной оценки и прогнозного расчета надежности технических систем в статических и динамических задачах (В.5.1.1)</p>

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений специализации (Б1.В.10.08) и изучается на 5 курсе в 10 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на общепрофессиональные знания, умения и навыки, сформированные при изучении дисциплины «Математика» и начинает формирование ПК-5. Полученные в процессе изучения дисциплины знания, умения и навыки могут быть использованы при прохождении производственной практики, а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

3 Объем дисциплины

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	5/ 180
Контактная работа с преподавателем:	80
занятия лекционного типа	18
занятия семинарского типа, в т.ч.	54
семинары, практические занятия	18
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	36(8)
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	8
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	73
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	Идз, тест
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен/27

4 Содержание дисциплины

4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, академ. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, академ. часы	Формируемые компетенции	Формируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Введение	2	-	-	3	ПК-5	ПК-5.1
2.	Основные термины, понятия теории надежности	2	4	8	14	ПК-5	ПК-5.1
3.	Показатели надежности.	4	4	8	14	ПК-5	ПК-5.1
4.	Оценка, моделирование, регулирование надежности.	4	4	8	14	ПК-5	ПК-5.1
5.	Обеспечение надежности. Диагностирование технических систем	4	4	8	14	ПК-5	ПК-5.1
6.	Основы теории риска. Методы анализа и оценки технического риска.	2	2	4	14	ПК-5	ПК-5.1

4.2 Занятия лекционного типа

№ раздела	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<p><u>Введение</u> Определение надежности технических систем, ретроспективный анализ развития теории надежности технических систем. Развитие теории надежности. Надежность как комплексное свойство технических систем.</p>	2	
2	<p><u>Основные термины, понятия теории надежности</u> Основы математической теории надежности. Понятие о случайной величине. Законы распределения случайных величин. Плотность распределения, понятие о дисперсии и математическом ожидании. Терминология теории надежности. Основные свойства надежности.</p>	2	
3	<p><u>Показатели надежности.</u> Понятие работоспособности, долговечности изделия. Понятие безотказности, понятия ремонтпригодности и сохраняемости изделий. Понятие о гамма-процентных показателях надежности. Основные показатели. Аналитические и статистические методы определения основных показателей надежности технических систем, их устройств и элементов. Выбор и обоснование значений показателей надежности</p>	4	
4	<p><u>Оценка, моделирование, регулирование надежности.</u> Методы расчета надежности различных технических систем. Методы повышения надежности: резервирование. Способы резервирования и объем резерва. Формула большого резерва. Физический смысл формулы большого резерва. Применение формулы для целей обеспечения надежности уменьшение интенсивности отказов, уменьшение среднего времени восстановления объектов. Сравнение различных методов повышения надежности технических систем. Метод выжигания дефектных элементов. Системный подход к расчету надежности химико-технологических систем. Определение безопасности и ее значение в комплексной оценке надежности технических систем.</p>	4	

№ раздела	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
5	<p><u>Обеспечение надежности. Диагностирование технических систем</u></p> <p>Отказы, признаки отказов. Определение параметров потока отказов методами математической статистики. Статистическая информация. Определение параметров потока отказов по усредненным статистическим данным. Основные задачи теории надежности. Частные случаи формулы Пуассона. Геометрическая интерпретация формулы Пуассона. Применение формулы Пуассона для нужд снаряжательной промышленности с целью обеспечения контроля надежности серийной продукции. Сбор экспериментальных данных по надежности специзделий. Способы оценки остаточного ресурса. Использование вычислительной техники для сбора текущей информации с целью обеспечения безразборной диагностики и определение остаточного ресурса. Безразборная диагностика, ее применение. Применение компьютерных технологий для обеспечения безразборной диагностики. Вопросы текущего контроля работоспособности изделий. Задачи и принципы диагностирования сложных объектов. Алгоритмы диагностирования. Техническая диагностика. Методы неразрушающего контроля.</p>	4	
6	<p><u>Основы теории риска. Методы анализа и оценки технического риска.</u></p> <p>Определение риска, его роль в оценке безопасности опасных объектов, производств и технологий. Методология анализа риска: выявление основных опасностей химико-технологического объекта, анализ и количественная оценка последствий аварий, определение частот (вероятностей) аварийных событий, определение возможного ущерба и потерь при авариях и вычисление риска. Методы качественной оценки риска, методы количественной оценки риска</p>	2	

4.3. Занятия семинарского типа

4.3.1. Семинары, практические занятия

№ раздела	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	<u>Введение</u>	-		
2	<u>Основные термины, понятия теории надежности</u> Перестановки, распределения. Сочетания Расчет частоты, вероятности. Определение вероятности гипотез	4		Кейс
3	<u>Показатели надежности.</u> Проведение классификации отказов элементов технических систем	4		Работа в группах
4	<u>Оценка, моделирование, регулирование надежности.</u> Расчет показателей безотказности, сохраняемости, ремонтпригодности, долговечности, комплексных показателей надежности, выбор номенклатуры и обоснование значений нормируемых показателей надежности	4		Работа в группах
5	<u>Обеспечение надежности.</u> <u>Диагностирование технических систем</u> Определение остаточного ресурса системы. Проведение диагностирования сложного объекта	4		Кейс
6	<u>Основы теории риска. Методы анализа и оценки технического риска.</u> Методы качественной и количественной оценки риска	2		Кейс

4.3.2. Семинары, лабораторные занятия

№ раздела	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечание
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	Введение	-		
2	<u>Основные термины, понятия теории надежности</u> Оценка вероятности наработки до отказа, определение вероятности безотказной работы элемента системы, определение среднего времени безотказной работы, определение плотности распределения времени до отказа, определение интенсивности отказов	8		Коллоквиум, групповое обсуждение результатов
3	<u>Показатели надежности.</u> Определение вероятности безотказной работы элемента системы, определение среднего времени работы между отказами, определение интенсивности отказа	8		Коллоквиум, групповое обсуждение результатов
4	<u>Оценка, моделирование, регулирование надежности.</u> Определение наиболее ненадежных элементов системы и их резервирование требуемой кратности идентичными равнонадежными элементами, расчет вероятности и среднего времени безотказной работы новой системы при включенном резерве и оценка эффект резервирования.	8	4	Коллоквиум, групповое обсуждение результатов
5	<u>Обеспечение надежности.</u> <u>Диагностирование технических систем</u> Сбор экспериментальных данных для оценки надежности изделия. Проведение диагностирования изделия. Использование компьютерных технологий для проведения диагностики. Неразрушающий контроль баллона.	8	4	Коллоквиум, групповое обсуждение результатов
6	<u>Основы теории риска. Методы анализа и оценки технического риска.</u> Использование методов Hazop, Hazid для качественной оценки риска эксплуатации технологической установки	4		Коллоквиум, групповое обсуждение результатов

4.4 Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1.	<u>Введение</u> Анализ статистических данных по отказам типового изделия	3	Итоговый тест
2.	<u>Основные термины, понятия теории надежности</u> Применение методов теории вероятности и математической статистики в теории надежности	14	ИД31
3.	<u>Показатели надежности.</u> Применение аналитических и статистических методов определения основных показателей надежности технических систем, их устройств и элементов на практике	14	ИД32
4.	<u>Оценка, моделирование, регулирование надежности.</u> Методы расчета надежности технических систем	14	ИД33
5.	<u>Обеспечение надежности. Диагностирование технических систем</u> Средства безразборной диагностики. Перспективы развития технической диагностики. Методы неразрушающего контроля в спец. изделиях.	14	Итоговый тест
6.	<u>Основы теории риска. Методы анализа и оценки технического риска.</u> Изучения нормативной и методической литературы по проведению качественной оценки риска	14	Итоговый тест

5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <https://media.technolog.edu.ru>

6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в виде экзамена.

Экзамен предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются билетами. Билет содержит два теоретических вопроса (для проверки знаний) и задачу (для проверки умений).

При проведении экзамена, студент получает билет с вопросами из перечня, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта билета на экзамене:

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)
Кафедра химической энергетики**

УГСН 18.00.00 Химические технологии

Специальность: 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов

Специализация: Технология энергонасыщенных материалов и изделий

Билет № 1

1. Классификация отказов.
2. Способы неразрушающего контроля, применяемые в производствах переработки ЭНМ.
3. Для производства средств инициирования подразделение получает со склада 100 мостиков. Известно, что 1 % мостиков имеют скрытый дефект. Найти вероятность того, что в партии два дефектных мостика.

Дата:

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе, ставиться оценка «удовлетворительно».

7 Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

а) печатные издания:

1. Воскобоев В.Ф. Надежность технических систем и техногенный риск. Учеб. пособие в 2-х частях/ В.Ф. Воскобоев.- М.:Альянс, 2008.- 199 с.
2. Острейковский, В. А. Теория надежности : учебник для вузов по направлениям "Техника и технологии" и "Технические науки" / В. А. Острейковский. - 2-е изд., испр. - М. : Высш. шк., 2008. - 463 с.
3. Березкин, Е.Ф. Надежность и техническая диагностика систем : Учебное пособие / Е. Ф. Березкин. - Электрон. текстовые дан. - СПб. ; М. ; Краснодар : Лань, 2019. - 260 с.
4. Труханов, В.М. Надежность в технике: научное издание / В. М. Труханов. - М.: Машиностроение, 1999. - 598 с..
5. Синопальников, В.А. Надежность и диагностика технологических систем: учебник для вузов по специальности "Металлообрабатывающие станки и комплексы" направления подготовки специалистов "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств" / В. А. Синопальников, С. Н. Григорьев. - М. : Высш. шк., 2005. - 343 с.
6. Надежность систем при неполной информации: научное издание / С. В. Гуров, Л. В. Уткин. - СПб. : Любавич, 1999. - 160 с.
7. Сборник задач по теории надежности: сборник задач / А. М. Половко, И. М. Маликов, А. Н. Жигарев, В. И. Зарудный; Под ред. А. М. Половко, И. М. Маликова. - М. : Сов. радио, 1972. - 407 с.
8. Сухарев, М. Г. Технологический расчет и обеспечение надежности газо- и нефтепроводов / М. Г. Сухарев, А. М. Карасевич. - М.: Нефть и газ ; М. : РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2000. - 271 с. :

б) электронные учебные издания:

1. Ведерникова, И. И. Введение в теорию надежности : учебник / И. И. Ведерникова, С. А. Егоров, Н. Е. Егорова. — Иваново : ИГЭУ, 2019. — 148 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/154550> (дата обращения: 18.08.2021)
2. Морозов, Н. А. Надежность технических систем : учебное пособие / Н. А. Морозов. — Оренбург: ОГУ, 2019. — 105 с. — ISBN 978-5-7410-2321-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/159992> (дата обращения: 18.08.2021). — Режим доступа: для авториз. Пользователей
3. Березкин, Е. Ф. Надежность и техническая диагностика систем : учебное пособие / Е. Ф. Березкин. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 260 с. — ISBN 978-5-8114-3375-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/206369> (дата обращения: 21.04.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Расчет надежности технологических систем для обеспечения их экологической безопасности: Методические указания к лабораторным работам / СПбГТИ(ТУ). Каф. мат. моделирования и оптимизации хим.-технол. процессов, Каф. инж. защиты окружающей среды ; сост. А. Е. Пунин и др. - СПб. : [б. и.], 2007. - 37 с (ЭБ).
5. ГОСТ Р 27.001-2009 «Надежность в технике. Система управления надежностью. Основные положения Методы контроля» [Электрон. ресурс] / АО «Консультант Плюс».
6. Марцулевич, Николай Александрович. Надежность химико-технологических систем : Учебное пособие / Н. А. Марцулевич, В. З. Борисов ; СПбГТИ(ТУ). - СПб. : Изд-во СПб. гос. ун-та экономики и финансов, 2002. - 149 с (ЭБ).

8 Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины

Учебный план, РПД и учебно-методические материалы:
<http://media.technolog.edu.ru>

ЭБС «Лань». Принадлежность-сторонняя. Адрес сайта – <http://e.lanbook.com>
Наименование организации – ООО «Издательство «Лань».

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс». Принадлежность – сторонняя.

ЭБС «Научно-электронная библиотека eLibrary.ru». Принадлежность – сторонняя.
Адрес сайта – <http://elibrary.ru> Наименование организации – ООО РУНЭБ.

<http://guide.aonb.ru/library.html> Путеводитель по ресурсам Интернет.

9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Все виды занятий по дисциплине «Теория надежности технических систем» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПб ГТИ 016-2015. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея знания по уже изученному материалу.

10 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

10.1 Информационные технологии

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

10.2 Программное обеспечение

ОС WINDOWS, OPEN OFFICE, RAM Commander 8.6 Student

10.3 Базы данных и информационные справочные системы

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс».

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. <http://www.rpohv.ru/db/>.

База данных журналов Scopus <https://www.scopus.com/home.uri>

Web of Science (WOS) - авторитетная политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая (библиометрическая) база данных

База данных журналов РИНЦ.

Сайт Федеральной службы государственной статистики <https://rosstat.gov.ru/>

Федеральный портал проектов нормативных правовых актов: Regulation.gov.ru

11 Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы

<p>Лекционные кабинеты: 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. А №3 -52 м², 6 – 129 м², 14 – 61 м².</p>	<p>Мультимедийная система, (проектор P1166-и 3 штуки), ноутбук aser aspire 9300- 3 штуки (программное обеспечение: ОС WINDOWS, OPEN OFFICE) экран Screen Media -3 штуки, WI-FI роутер, учебно- наглядные пособия, вместимость 30-40 посадочных мест</p>
<p>Компьютерный класс: 190013, г. Санкт-Петербург Московский проспект, д. 24-26/49, лит. А №4 -30 м².</p>	<p>Компьютерный класс: 190013, г. Санкт-Петербург Московский проспект, д. 24-26/49, лит.А №4 -30 м². Оборудование компьютерного класса:1 ПК – процессор AMD Ryzen 7 2700 Eight-Core Processor 3.20 GHz, оперативная память 16 Гб, 64 разрядная операционная система, 6 ПК - процессор Intel(R) Core(TM) i3-9100 CPU 3/60 GHz, оперативная память 8 Гб, 64 разрядная операционная система. Монитор со встроенными колонками 24 Philips V line 24V7Q – 7 шт. WI-FI роутер HUAWEI-D2U6JL_HiLink. Доступ по локальной сети к единой информационной системе, сайту библиотеки СПбГТИ(ТУ) с системой электронного поиска, электронными библиотеками, доступ к сайту «Роспатента», "Росстата", "Ростехнадзора", Internet. Программное обеспечение: ОС WINDOWS, OPEN OFFICE, Авторское программное обеспечение для расчета зон действия поражающих факторов, рисков, Matcad, ТОКСИ, FireCat, СОУТ, Охрана труда (1С Предприятие), Производственная безопасность (1С Предприятие) Обучающиеся ЛОВЗ обеспечиваются ресурсами ЭБС (электронно-библиотечная система).</p>
<p>Помещения для практических и лабораторных занятий: 190005, г. Санкт-Петербург Московский проспект, д. 24-26/49, лит. А №12 -19 м²; №7 -67 м², №19 - 21 м², № 35.-25 м².</p>	<p>Помещения оснащены мебелью, учебно-наглядными пособиями, справочной литературой. Справочная, нормативная литература по свойствам энергонасыщенных материалов, реологии, весы ВЛЭ-1100 – 12 шт., микрометры, штангенциркули, вытяжные шкафы. Вместимость аудиторий 15 посадочных мест.</p>
<p>Помещения для самостоятельной работы: 190013, г. Санкт-Петербург Московский проспект, д. 24-26/49, лит.А №18 -19 м², №6а -28 м², №18 -8 м²</p>	<p>Письменные столы, стулья, весы ВЛЭ-1100, сушильные шкафы, термостаты воздушные, водяные, химическая посуда, WI-FI, 15 посадочных мест</p>

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебные процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

Приложение № 1

к рабочей программе дисциплины

Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Теория надежности технических систем»

1 Перечень компетенций и этапов их формирования

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-5	Способен проектировать производства по переработке, утилизации энергонасыщенных материалов в том числе с использованием автоматизированного проектирования	начальный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)		
			«удовлетворительно» (пороговый)	«хорошо» (средний)	«отлично» (высокий)
ПК-5.1 Способность оценить надежность проектируемого оборудования, технических систем, изделий.	Правильно оценивает надежность проектируемого оборудования, технических систем, изделий (ЗН5.1.1.)	Правильные ответы на вопросы № 1-40 к экзамену, ответы на вопросы итогового теста, ИДЗ, лабораторных работ	Может рассчитать с небольшими ошибками показатели надежности простых систем	Может правильно рассчитать показатели надежности простых систем и немного ошибиться при расчете этих показателей для сложных объектов	Правильно рассчитывает показатели надежности сложных систем
	Правильно подбирает методы оценки и повышения надежности технических систем и снижения риска, устойчивости технических систем (ЗН5.1.2);	Правильные ответы на вопросы №41-63 к экзамену, ответы на вопросы итогового теста, ИДЗ, лабораторных работ	Может установить соответствие между показателем надежности, методом его оценки повышения надежности	Правильно использует соответствующие методы для оценки надежности	Правильно использует соответствующие методы для оценки надежности, может прогнозировать изменение показателей
	Оценивает показатели теории надежности (надежность, долговечность, ремонт-пригодность..)(У-5.1)	Выполнение ИДЗ, лабораторных работ	С ошибками рассчитывает значения показателей	Правильно рассчитывает значения показателей	Правильно рассчитывает значение показателей, может истолковать значения показателей
	Проводит количественную оценку и прогнозный расчет надежности технических систем в статических и динамических задачах (В.5.1.1)	Выполнение ИДЗ, лабораторных работ	С ошибками оценивает надежность изделия	Правильно проводит оценку надежности изделия	Правильно проводит оценку надежности изделия, осуществляет прогнозирование в условиях дефицита информации и времени.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

3.1 Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-5.1:

1. Определения понятий «надежность» и «отказ».
2. Классификация отказов.
3. Понятия: «исправное состояние», «неисправное состояние»..
4. Понятия «работоспособное состояние», «неработоспособное состояние».
5. Понятия: «предельное состояние»; «непредельное состояние».
6. Понятия «наработка», «ресурс».
7. Определение основных показателей надёжности.
8. Классификация событий (независимые, зависимые, совместные, несовместные).
9. Понятия: «частота события», «вероятность события».
10. Сумма двух несовместных событий?
11. Сумма двух совместных событий?
12. Произведение вероятностей нескольких независимых событий?
13. Что такое закон распределения случайной величины?
14. Нормальное распределение наработок.
15. Экспоненциальному распределению наработок.
16. Распределению Вейбулла.
17. Показатели безотказности.
18. Показатели долговечности.
19. Показатели ремонтпригодности.
20. Показатели сохраняемости.
21. Комплексные показателям надёжности.
22. Коэффициент оперативной готовности в стационарном режиме?
23. Коэффициент технического использования?
24. Коэффициент ремонтпригодности?
25. Кинетика изменения интенсивности отказов за период эксплуатации.
26. Расчетную схема надежности систем с последовательным включением элементов.
27. Расчетная схема надежности систем с параллельным включением элементов.
28. Расчетную схема надежности систем с параллельно- последовательным включением элементов.
29. Коэффициент весомости (значимости), методы определения коэффициента весомости.
30. Пути и методы повышения надежности изделий при проектировании.
31. Пути и методы повышения надежности изделий при серийном производстве.
32. Пути и методы повышения надежности изделий при эксплуатации.
33. Организационные методы обеспечения надежности техники.
34. Понятия технической диагностики и технического диагностирования.
35. Цели и задачи технического диагностирования.
36. Понятия «техническое обслуживание» и «ремонт».
37. Как подразделяется техническое диагностирование?
38. Параметры технического состояния.
39. Методология выбора и обоснования норм показателей надежности.
40. Таксономия факторов, обуславливающих возможные отказы технических систем.
41. Техническая диагностика. Диагностирование, диагноз.
42. Задачи диагностирования. Алгоритм диагностирования.
43. Глубина поиска дефекта.
44. Классификация средств диагностирования по степени воздействия на объект.

45. Классификация средств диагностирования по исполнению.
46. Диагностические модели объектов. Требования для построения диагностической модели.
47. Пример построения диагностической модели. Проверка работоспособности системы.
48. Построение уравнений функциональных связей в конъюнктивной форме.
49. Методы поиска неисправности без учета структуры объекта.
50. Эвристический, время-вероятностный методы.
51. Комбинационный метод поиска места отказа.
52. Кратные дефекты. Виды, причины возникновения, способы поиска.
53. Последовательный метод поиска неисправности. Построение дерева логических возможностей.
54. Среднее количество проверок на одну неисправность.
55. Построение алгоритма поиска неисправностей с использованием сочетания последовательного и комбинационного методов.
56. Построение дерева логических возможностей.
57. Коэффициент безразборной диагностики.
58. Определение минимальных частных наборов, построение функциональной схемы устройства автоматического поиска места отказа.
59. Построение контрольных тестов логическим методом.
60. Построение контрольных тестов и тестов поиска дефектов методом обобщенной контрольной точки.
61. Понятие риска.
62. Методики качественной оценки риска.
63. Управление риском

3.2 Примеры индивидуальных заданий

Индивидуальное задание 1.

При испытании десяти систем получены следующие данные выхода их из строя (таблица 3.1). Необходимо определить среднее время безотказной работы

Таблица 3.1

№ варианта	№ системы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Время, ч	80	120	90	140	70	95	75	130	85	115
2	Время, ч	40	100	110	60	110	92	84	99	111	118
3	Время, ч	65	102	200	91	300	94	1100	2500	3000	4000
4	Время, ч	77	105	220	108	305	450	1120	2600	3050	5000
5	Время, ч	98	109	230	275	310	440	1310	2700	3100	6000
6	Время, ч	32	116	240	231	330	430	1140	2400	3200	6500
7	Время, ч	34	118	250	215	340	420	1150	2300	3300	5500
8	Время, ч	108	122	260	245	350	410	1160	2200	3400	4500
9	Время, ч	112	128	265	258	360	405	1170	2100	3500	3600
10	Время, ч	115	132	270	299	370	402	1180	2000	3600	3200

Партия из N изделий подвергается выборочному контролю. Условие непригодности всей партии – наличие хотя бы одного неисправного изделия среди десяти проверяемых. Какова вероятность для данной партии быть непринятой, если она содержит 2 % неисправных изделий?

Детали, производимые механическим цехом завода, попадают для проверки к одному из двух контролеров. К первому контролеру деталь может попасть с вероятностью 0,56, а ко второму – с вероятностью 0,44. Вероятность того, что годная деталь будет

признана годной первым контролером, равна 0,92. Вероятность того, что годная деталь будет признана годной вторым контролером, равна 0,98. Годная деталь при проверке была признана годной. Найти вероятность того, что эту деталь проверил первый контролер.

Индивидуальное задание №2. Расчет показателей безотказности невосстанавливаемых объектов по статистическим данным.

Задание: Ознакомиться с методикой определения показателей безотказности по статистическим данным на определенном промежутке времени. Построить зависимости показателей безотказности во времени. Охарактеризовать показатели безотказности.

Для этого:

- найти статистическую оценку распределения вероятностей отказа $Q(t)$ и безотказной работы $R(t)$ во времени;

- найти изменение плотности вероятности отказов $f(t)$ и интенсивности отказов $\lambda(t)$ по времени;

- результаты расчета отразить на графиках.

Данные для расчета.

Изделия поставлены на испытание. Испытания проводятся в течение 1000 часов. Каждые сто часов определялось количество отказов изделий. Результаты испытаний представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2– Результаты испытаний

Номер варианта	Общее кол-во изделий	Количество отказавших изделий за интервал времени t_i , шт.									
		0 – 100	100 – 200	200 – 300	300 – 400	400 – 500	500 – 600	600 – 700	700 – 800	800 – 900	900 – 1000
1	1000	30	170	50	20	30	20	280	200	70	130
2	2500	80	320	300	20	80	600	600	110	210	200
3	3000	100	500	200	10	90	100	100	600	100	500
4	5100	150	950	200	100	50	190	1360	1100	250	750
5	1150	50	180	60	20	35	25	330	220	50	170
6	7300	1240	370	140	230	140	2060	1450	450	1000	1240
7	8300	250	1410	420	170	250	160	2320	1660	420	1240
8	300	9	51	15	6	9	6	84	60	15	45
9	1000	30	170	50	30	20	20	180	300	140	60
10	300	9	51	15	9	6	6	54	90	42	18
11	700	22	117	38	20	12	13	143	195	98	42
12	6700	200	1140	260	270	140	134	1206	2010	890	450
13	3700	110	630	190	110	70	80	660	1110	520	220
14	1200	40	200	60	36	24	24	216	360	168	72
15	1800	60	300	90	60	30	36	324	540	252	108
16	1300	34	224	66	30	14	16	276	380	186	74
17	13300	390	2270	510	530	270	258	2402	4010	1770	890
18	7300	210	1250	370	210	130	150	1310	2210	1030	430

Индивидуальное задание №3

Система состоит из N равнонадежных элементов, среднее время безотказной работы элемента $mt = P$ ч. Предполагается, что справедлив экспоненциальный закон надежности для элементов системы и основная и резервная системы равнонадежны.

Необходимо найти среднее время безотказной работы системы m_{tc} , а также частоту отказов $f_c(t)$ и интенсивность отказов $\lambda_c(t)$ в момент времени $t = 50$ ч в следующих случаях:

а) нерезервированной системы,

б) дублированной системы при постоянно включенном резерве.
В таблице 3.3 приведены варианты значений N и P.

№ варианта	N	P
1	4	50
2	8	24
3	10	240
4	12	8000
5	16	560
6	6	600
7	14	100
8	18	360
9	20	800
10	22	430

3.3 Итоговая тестовая контрольная

1. Как определяется вероятность безотказной работы системы?

- а. Делением
- б. Сложением
- в. Умножением
- г. Вычитанием

2. Какие свойства являются главными при оценке качества технической системы?

- а. Показатели безотказности
- б. Показатели долговечности
- в. Техничко-эксплуатационные свойства
- г. Рыночная цена

3. Какой критерий принимают для общей оценки уровня надёжности технической системы?

- а. По уровню работоспособности
- б. По уровню долговечности
- в. По безотказности
- г. По сохраняемости

4. Какое уравнение связывает частоту отказов и поток отказов?

- а. Вейбулла
- б. Релея
- в. Вольтерра
- г. Гаусса

5. Методы, применяемые в диагностировании

- а. Только статический
- б. Статический и динамический
- в. Только динамический

6. Основные свойства надёжности?

- а. Сохраняемость
- б. Безотказность
- в. Ремонтопригодность

г. Долговечность

7. Чем характеризуется обеспечение надёжности на стадии изготовления?

- а. Точностью расчетов
- б. Производительностью труда
- в. Качеством производства
- г. Соблюдением технологии

8. Что называют диагностическими признаками?

- а. Параметры
- б. Характеристики
- в. Параметры и характеристики
- г. Характерные особенности

9. Как используют методы диагностирования неразрушающего контроля?

- а. На работающей ТС
- б. На остановленной ТС
- в. На остановленной ТС без разборки
- г. На остановленной ТС с частичной разборкой

10. Какой вид поиска дефектов не применяется?

- а. По показателям безотказности
- б. По показателям ремонтпригодности
- в. По показателям долговечности
- г. По отношению «Время поиска/вероятность отказа»

11. Что нельзя выполнить при использовании средства диагностирования?

- а. Контроль работоспособности
- б. Поиск дефектов
- в. Устранение дефектов
- г. Прогнозирование состояния

12. Что не является показателем работы средства диагностирования

- а. Вероятность безотказной работы
- б. Интенсивность функционирования
- в. Коэффициент готовности
- г. Вероятность правильного функционирования

13. Чем характеризуется долговечность?

- а. Средний ресурс
- б. Назначенный ресурс
- в. Средний срок службы
- г. Средний срок хранения

14. Частичным отказом изделия называется:

- а. Отказ, при котором показатели изделия ухудшаются, но находятся в допустимых пределах.
- б. Отказ, при котором изделие перестает выполнять одну или несколько функций.
- в. Отказ части элементов изделия.

15. Изнашиванием деталей называется:

а. Процесс разрушения под действием нагрузок, превышающих предел текучести.
б. Процесс разрушения при циклическом приложении нагрузок, превышающих предел выносливости.

в. Процесс отделения материала с поверхности твердого тела и (или) увеличение его остаточной деформации при трении, проявляющийся в постепенном изменении размеров и (или) формы тела.

г. Процесс разрушения под действием нагрузок, превышающих предел прочности.

16. Укажите объект который считается ремонтируемым:

а. Объект, ремонт которого возможен

б. Объект, ремонт которого выполняется силами водителя с. объект, ремонт которого возможен и предусмотрен нормативно-технической, ремонтной или конструкторской документацией

в. Объект, ремонт которого выполняется на специализированном заводе

17. Укажите пути и методы сокращения объема испытаний, необходимых для подтверждения заданных показателей надежности:

а. Форсирование режимов; оценка надежности по малому числу или отсутствию отказов; увеличение числа образцов за счет уменьшения длительности испытаний; использование разносторонней информации о надежности деталей и узлов машин.

б. Форсирование режимов; оценка надежности отсутствию отказов; увеличение числа образцов за счет уменьшения длительности испытаний; использование разносторонней информации о надежности деталей и узлов машин с. форсирование режимов;

в. Оценка надежности по малому числу или отсутствию отказов; сокращение числа образцов за счет увеличения длительности испытаний; использование разносторонней информации о надежности деталей и узлов машин

18. Укажите правильное определение свойства безотказности:

а. Безотказность - свойство сохранять ремонтпригодность в течении времени наработки

б. Безотказность - свойство непрерывно сохранять работоспособность в течении заданного времени или наработки

в. Безотказность – свойство.

19. Свойства объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования – это:

а. Безотказность.

б. Надежность.

в. Долговечность;

г. Предельное состояние.

20. Поломки, заедания и отключения относятся к:

а. Неслучайным отказам.

б. Внезапным отказам.

в. Постепенным отказам.

г. Случайным отказам.

4. Кейсы

Кейс 1. Ремонтное подразделение получает со склада N деталей. Известно, что M % деталей имеют скрытый дефект. Найти вероятность того, что в партии R дефектные детали (Таблица 3.3)

Таблица 3.3.

№ варианта	N	M	R
1	15000	8	2
2	8000	7	3
3	6000	3	4
4	100	2	5
5	1000	4	6
6	10000	5	1
7	7500	6	1,5
5	8800	1	2,5
6	1300	9	7
7	9000	10	8

Кейс 2. Определить остаточный ресурс эксплуатации трубопровода по результатам неразрушающего контроля. Результаты приведены в таблице.



Открытое акционерное общество
**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ТРАНСПОРТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА (ОАО ЦНИИС)**
ул. Кольская, д. 1, Москва, Россия, 129329

Ф и л и а л О А О Ц Н И И С
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР «МОСТЫ»
телефоны: 8-499-180-42-95, 180-93-20 факс: 8-499-180-52-30
e-mail: most@tsniis.com http://www.tsniis.com
ОКПО1939674 ОГРН1027700100119 ИНН7716007031 КПП771602002

**Воронежская лаборатория сварки
Филиала ОАО ЦНИИС «НИЦ «Мосты»**
394028, Воронеж, Волгоградская, 39б
Тел./факс: (473) 221-82-78
E-mail: weld@tsniis.ru

Испытательный центр «ЦНИИС-ТЕСТ»
Свидетельство Департамента городского
строительства г. Москвы №213 от 19.03.2010г.
Аттестат аккредитации Федерального Агентства
по техническому регулированию и метрологии
№ РОСС RU.0001.22 CM 22 от 10.03.2010 г.

Испытательные машины:

УММ-50, №434 свидетельство о госповерке
№20/M7948 от 29.10.2014г.

УММ-5, №577 - свидетельство о госповерке
№20/M7951 от 29.10.2014г.

ТК-2М, №1994 – свидетельство о госповерке
№20/M7945 от 29.10.2014г.

МК-30А, №1289- свидетельство о госповерке
№20/M7947 от 29.10.2014г.

Испытания проведены по ГОСТ 6996-66.

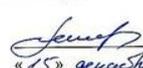
ПРОТОКОЛ МЕХАНИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ №01/09 от 15.12.2014г.

контрольной сварной стыковой технологической пробы №1, выполненной Воронежским подразделением
Филиала ОАО ЦНИИС «НИЦ «Мосты», электросварщик Кокотовский М.Ю. (удостоверение НАКС № ЦР-5АЦ-1-01030),
механизированной сваркой в смеси защитных газов (80%Ar+20%CO₂), из проката марки 10ХСНД по ГОСТ 6713 толщиной 14мм,
с V-образной разделкой кромок (тип С18), сварочной проволокой марки ЕКАТЕРИНА 70S-8 диаметром 1,2 мм
(сертификат качества №0545-2014 от 27.10.2014г., партия №0545).

ВИДЫ ИСПЫТАНИЙ												
Статическое растяжение (металл сварного шва)				Равнопрочность сварного соединения			Статический изгиб		Ударный изгиб при минус 60°С, ККУ ⁶⁰ , Дж/см ²			Твердость, НВ
Тип образца	Предел текучести, σ _т , МПа	Временное сопротив., σ _в , МПа	Относит. удлинение δ ₅ , %	Тип образца	Временное сопротив., σ _в , МПа	Место разрушения	Тип образца	Угол изгиба, град.	Тип образца	Место надреза образца		
										ось сварного шва	линия сплавления	
II	536	625	24,7	XII	600	по ОМ	XXVII	≥120	VI	119, 132, 136 144, 146, 124	110, 127, 102 110, 112, 130	max 222
	523	634	24,8		601	по ОМ		≥120				
	517	627	26,5		606	по ОМ		≥120				
Требования НТД	≥390	≥530	≥16	Требования НТД	≥530	-	Требования НТД	≥120	Требования НТД	≥29	≥29	≤350

Зам. директора Филиала
ОАО ЦНИИС «НИЦ «Мосты»:

В.Т. Гребенчук
«15» декабря 2014г.

Руководитель испытаний:
Ст. научный сотрудник:

А.В. Пешков
«15» декабря 2014г.

Испытания провели:
Инженеры:

О.Г. Горяинова
«15» декабря 2014г.

А.В. Бурдаков
«15» декабря 2014г.

Кейс 3. Определить возможные опасности и риск опасных событий методом HAZID установки прессования шашек ЭНМ.

5. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

По дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Шкала оценивания на экзамене балльная («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно»).