

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 16.11.2023 17:11:04
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



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

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной и методической работе
_____ Б. В. Пекаревский

« 20 » мая 2019 г.

Рабочая программа дисциплины

ТЕОРИЯ НАДЕЖНОСТИ

Направление подготовки

15.03.03 Прикладная механика

Направленность программы

Динамика и прочность машин и аппаратуры

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

очная

Факультет **механический**

Кафедра **механики**

Санкт-Петербург

2019

Б1.В.12

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы	5
3. Объем дисциплины	5
4. Содержание дисциплины	6
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий	6
4.2. Занятия лекционного типа	6
4.3. Занятия семинарского типа	8
4.3.1. Семинары, практические занятия	8
4.4. Самостоятельная работа	9
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	9
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	10
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	10
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	10
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	10
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	11
10.1. Информационные технологии	11
10.2. Программное обеспечение	11
10.3. Базы данных и информационные справочные системы	11
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	11
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	11
Приложения:	
1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации	12.

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

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

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-12	готовность участвовать в проектировании машин и конструкций с целью обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин	Знать: - основные показатели надежности технологического оборудования; Владеть: - методами количественной оценки показателей надежности; Уметь: - рассчитывать динамические характеристики и надежность работы отдельных элементов конструкции и аппарата (машины) в целом.
ПК-21	способность обеспечивать экологическую безопасность проектируемых устройств и их производства	Знать: - методы поиска конструкторско-технологических решений, обеспечивающих надежную эксплуатацию оборудования в условиях динамических воздействий на элементы конструкции Владеть: - принципами обеспечения надежной эксплуатации оборудования; Уметь: - анализировать устойчивость технических систем.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы¹.

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части (Б1.В.12) и изучается на 4 курсе в 8 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Техническая механика», «Детали машин и основы конструирования», «Теория вероятности и математическая статистика».

¹ Место дисциплины будет учитываться при заполнении таблицы 1 в Приложении 1 (Фонд оценочных средств)

Полученные в процессе изучения дисциплины «Теория надежности» знания, умения и навыки могут быть использованы при выполнении выпускной квалификационной работы, а также при освоении дисциплин по программе магистратуры.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	4/ 144
Контактная работа с преподавателем:	62
занятия лекционного типа	20
занятия семинарского типа, в т.ч.	40
семинары, практические занятия	20
лабораторные работы	20
курсовое проектирование (КР или КП)	
КСР	2
другие виды контактной работы	
Самостоятельная работа	46
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен (36)

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Введение. Основные понятия теории надежности.	2				ПК-12
2	Математические основы надежности	2	4	2	7	ПК-12
3	Надежность систем	4	4	2	10	ПК-12
4	Надежность оборудования	4	4	2	10	ПК-12

	подверженного динамическим нагрузкам					
5	Оценка показателей надежности по результатам испытаний и эксплуатационным данным	2	2	4	6	ПК-21
6	Методы расчета показателей надежности сложных химико-технологических систем	2	2	6	5	ПК-21
7	Повышение надежности оборудования методами резервирования	4	4	4	8	ПК-21

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	<u>Цели и задачи дисциплины.</u> Основные понятия теории надежности. Надежность. Отказ. Критерии надежности. Характеристики надежности. Сохранность. Ремонтпригодность. Срок службы. Избыточность. Элемент расчета надежности. Резервирование. Сложные системы.	2	
2	<u>Математические основы надежности.</u> Общие зависимости. Надежность в период нормальной эксплуатации. Надежность в период постепенных отказов. Совместное действие внезапных и постоянных отказов.	2	
3	<u>Надежность систем.</u> Общие сведения. Надежность последовательной системы. Оценка на ЭВМ надежности последовательной системы. Оценка надежности системы типа цепи. Основные законы распределения вероятности отказов.	4	
4	<u>Надежность оборудования подверженного динамическим нагрузкам.</u> Общие зависимости. Основные виды отказов в оборудовании, качественные методы виброненадежности. Расчет надежности оборудования по интенсивностям отказов элементов конструкции.	4	
5	<u>Оценка показателей надежности по результатам испытаний и эксплуатационным данным.</u> Особенности ХТС как объектов изучения надежности. Точечные и интервальные оценки показателей надежности. Распределение Стюдента. Схемы испытаний на надежность. Данные по надежности типового оборудования.	2	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
6	<u>Методы расчета показателей надежности сложных химико-технологических систем.</u> Типовые структуры блок-схем надежности сложных ХТС. Расчет показателей надежности для различных блок-схем. Надежность по параметрическим и функциональным отказам.	2	
7	<u>Повышение надежности оборудования методами резервирования.</u> Выбор номенклатуры нормируемых показателей надежности. Техническая диагностика, техническое обслуживание, сбор, систематизация и статистическая обработка эксплуатационной информации. Нагрузочное, временное и структурное резервирование.	4	

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические, лабораторные занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Расчет параметров устойчивости нелинейного осциллятора на примере колебания упругого вала в жидкости.	2	-
2	<u>Математические основы надежности.</u> Расчет законов распределения случайных величин при оценке надежности машин и аппаратов.	2	-
3	<u>Надежность систем.</u> Расчет надежности последовательной системы при нормальном распределении внешней нагрузки.	4	Групповое обсуждение
3	<u>Надежность систем.</u> Расчет надежности систем с резервированием.	4	
4	<u>Надежность оборудования подверженного динамическим нагрузкам.</u> Расчет редуктора по критерию теплостойкости.	2	-
4	<u>Надежность оборудования подверженного динамическим нагрузкам.</u> Расчет надежности вала по критерию прочности.	2	-
4	<u>Надежность оборудования подверженного динамическим нагрузкам.</u> Расчет виброненадежности элементов конструкции.	2	-

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
4	<u>Надежность оборудования подверженного динамическим нагрузкам.</u> Расчет долговечности элемента конструкции при воздействии переменных нагрузок.	2	-
4	<u>Надежность оборудования подверженного динамическим нагрузкам.</u> Расчет зависимости механической надежности от запаса прочности.	4	-
5	<u>Классическая теория колебаний.</u> Расчет динамики машин.	4	Групповое обсуждение
5	<u>Классическая теория колебаний.</u> Расчет хаотических колебаний при движении тела между двумя упругими основаниями.	4	
6	<u>Современные методы анализа устойчивости.</u> Расчет конечных перемещений и потери устойчивости стержня..	4	
7	<u>Динамическое гашение колебаний с одной степенью свободы.</u> Расчет динамического гасителя продольных колебаний.	4	

4.4. Самостоятельная работа обучающихся.

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	Особенности надежности восстанавливаемых изделий.	7	Устный опрос №1
3	Надежность систем с резервированием.	10	Устный опрос №1
4	Надежность элемента конструкции, когда нагрузки превышают прочность детали, при накоплении повреждений в материале, при пластической (необратимой) деформации, при трещинах и дефектах в материале конструкции.	10	Устный опрос №1
5	Локальная геометрическая теория динамики. Отображение и потоки. Причины перехода от периодических колебаний к хаотическим. Методы фрактальной размерности в нелинейной динамике	6	Устный опрос №1
6	Машина катастроф Зиманова. Теория машины Зиманова. Динамика машины Зиманова. Каноническая катастрофа сборки.	5	Устный опрос №1
7	Конструкции типовых гасителей колебаний	8	Устный опрос №1

5. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Своевременное выполнение обучающимся мероприятий текущего контроля позволяет превысить (достигнуть) пороговый уровень («удовлетворительно») освоения предусмотренных элементов компетенций.

Результаты дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена.

К сдаче экзамена допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

Экзамен предусматривают проверку освоения предусмотренных элементов компетенций во время проведения лабораторных и практических занятий.

Экзамен предусматривает выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями) двух видов: теоретический вопрос (для проверки знаний) .

При сдаче экзамена студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 30 мин.

Пример варианта вопросов на экзамене.

Вариант № 1

1. Раскройте понятие жизненный цикл оборудования.
2. Способы укрепления одиночных и взаимовлияющих отверстий.
3. Оболочка коническая, определение расчетной толщины.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

6. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература:

Веригин, А.Н. Механика дисперсных систем: учебное пособие/ А.Н.Веригин, Н.А.Незамаев; СПбГТИ(ТУ)- СПб, 2015.- 95с.(ЭБ)

б) дополнительная литература

Марцулевич Н.А. Надежность химико-технологических систем: учебное пособие/ Н.А.Марцулевич, В.З.Борисов; СПб.: Изд-во СПбГУЭФ, 2002. – 149 с.

в) вспомогательная литература:

Веригин, А.Н. Химико-технологические агрегаты. Инженерный анализ колебаний: Учебное пособие. /А.Н. Веригин, А.И. Вареных, В.Г. Джангирян –СПб.: «Менделеев», 2004. – 214 с.

Веригин А.Н. Инженерный анализ устойчивости конструкций: Учебное пособие. /А.Н. Веригин А.И. Вареных, В.Г. Джангирян – СПб.: «Менделеев», 2004 – 134 с.

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети

«Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

учебный план, РПД и учебно-методические материалы:

<http://media.technolog.edu.ru>

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>.

8. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

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

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

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.

СТП СПбГТИ 016-2014. 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 багаж знаний и вопросов 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 электронной информационно-образовательной среды.

10.2. Программное обеспечение.

Microsoft Office (Microsoft Excel); Mathcad/

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс»

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория, оборудованная средствами оргтехники.

Для проведения лабораторных занятий используется класс, оборудованный лабораторными стендами.

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 28.08.2014г. СПбГТИ(ТУ) 016-2014. КС УКДВ. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

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

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Компетенции		
Индекс	Формулировка²	Этап формирования³
ПК-12	готовность участвовать в проектировании машин и конструкций с целью обеспечения их прочности, устойчивости, долговечности и безопасности, обеспечения надежности и износостойкости узлов и деталей машин	промежуточный
ПК-21	способность обеспечивать экологическую безопасность проектируемых устройств и их производства	промежуточный

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

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 1	Умеет оценить надежность типового технологического оборудования по основным критериям работоспособности	Правильные ответы на вопросы №1-3 к экзамену	ПК-12
Освоение раздела №2	Знает основные законы распределения вероятности отказов оборудования	Правильные ответы на вопросы № 4-14 к экзамену	ПК-12

² жирным шрифтом выделена та часть компетенции, которая формируется в ходе изучения данной дисциплины (если компетенция осваивается полностью, то фрагменты)

³ этап формирования компетенции выбирается по п.2 РПД и учебному плану (начальный – если нет предшествующих дисциплин, итоговый – если нет последующих дисциплин (или компетенция не формируется в ходе практики или ГИА), промежуточный - все другие.)

Показатели оценки результатов освоения дисциплины	Планируемые результаты	Критерий оценивания	Компетенции
Освоение раздела № 3	Знает факторы, определяющие конструкцию и основных элементов разъемных соединений.	Правильные ответы на вопросы №15 к зачету	ПК-12
Освоение раздела №4	Умеет рассчитывать элементы оборудования, подверженные механическим колебаниям. Владеет методами количественной оценки показателей надежности;	Правильные ответы на вопросы № 16-18 к зачету	ПК-12
Освоение раздела № 5	Знает область применения уплотнений в зависимости от условий эксплуатации.	Правильные ответы на вопросы №20-22 к зачету	ПК-21
Освоение раздела № 6	Знает особенности устройств толстостенных аппаратов.	Правильные ответы на вопросы №23-25 к зачету	ПК-21
Освоение раздела № 7	Знает конструкции опор вертикальных аппаратов. Владеет принципами обеспечения надежной эксплуатации оборудования;	Правильные ответы на вопросы № 26-45 к зачету	ПК-21

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):
по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме экзамена, то шкала оценивания – балльная.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-12:

1. Что такое надежность.
2. Основные понятия надежности.
3. Математические основы надежности: случайные величины и их характеристики.
4. Надежность в период нормальной эксплуатации оборудования.
5. Надежность в период постепенных отказов оборудования.
6. Надежность при совместном действии внезапных и постепенных отказов.
7. Особенности надежности восстановленных изделий.
8. Надежность последовательных и параллельных систем.
9. Расчет вероятности безотказной работы элемента конструкции по заданному критерию.
10. Причины выхода элементов конструкции из строя.
11. Отказы в результате накопления повреждений в материале.
12. Отказы при достижении пластических деформаций.
13. Отказы при развитии внутренних дефектов (трещин).
14. Расчет надежности по критерию прочности.
15. Оценка надежности при механическом изнашивании.
16. Оценка надежности по критерию теплостойкости.

17. Колебания упругих элементов конструкций виды колебаний.
18. Фазовый портрет, геометрия динамики колебаний, отображения и потоки.
19. Устойчивость линейного осциллятора.
20. Нелинейные статическая и динамическая бифуркации.

б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-21:

21. Понятия теории катастроф, «машина» Зимана симметричные перемещения.
22. «Машины» Зимана не симметричные перемещения, катастрофа складки.
23. Динамика «машины» Зимана, структурная устойчивость.
24. Потеря устойчивости стержня: определение критической нагрузки.
25. Модель стержня с одним шарниром.
26. Модель стержня с двумя шарнирами.
27. Потеря устойчивости арок: случай симметричного нагружения.
28. Влияние не симметричности нагружения на потерю устойчивости, оптимизация конструкций.
29. Хаотические колебания: как обнаружить хаотические колебания?
30. Примеры хаотических колебаний: модель Лоренца.
31. Методы гашения колебаний.
32. Динамический гаситель линейных динамических колебаний
33. Гаситель подвеска динамических колебаний.
34. Гашение крутильных колебаний.
35. Конструкции динамических гасителей колебаний.
36. Надежность системы с резервированием.
37. Надежность комбинированной системы.
38. Надежность последовательных систем при нормальном законе распределения нагрузки.
39. Статистическая теория расчета средних значений допускаемых напряжений.
40. Полный гармонический анализ колебаний стержня.
41. Типы движения в детерминированных не линейных системах.
42. Способы анализа колебаний, причины нелинейности.
43. Сечение Пуанкаре, как частный случай фазового портрета.
44. Понятие фрактальной размерности.
45. Задачи движения с соударением и с двумя потенциальными ямами.

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля.

При сдаче экзамена, студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 30 мин.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб

СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.