

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 19.07.2023 20:38:55
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
« 12 » января 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Теория надежности технических систем

Специальность

18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий

Специализация

05 - Автоматизированное производство химических предприятий

Квалификация

Инженер

Форма обучения

Очная

Факультет **инженерно-технологический**

Кафедра химической энергетики

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Профессор		профессор, Веригин А. Н.

Рабочая программа дисциплины «Оборудование производств энергонасыщенных материалов» обсуждена на заседании кафедры химической энергетики
протокол от «16» 11 2021 № 4
Заведующий кафедрой

А.С. Мазур

Одобрено учебно-методической комиссией инженерно-технологического факультета
протокол от «23» 12 2021 № 4

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		Т.И. Богданова
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
3 Объем дисциплины.....	6
4 Содержание дисциплины	7
4.1 Разделы дисциплины и виды занятий	7
4.2 Занятия лекционного типа.....	7
4.3. Занятия семинарского типа	9
5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	100
6 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	10
7 Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины	101
8 Перечень электронных образовательных ресурсов, необходимых для освоения дисциплины	101
9 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	111
10 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	12
11 Материально-техническое обеспечение освоения дисциплины в ходе реализации образовательной программы.....	112
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.....	13
Приложение № 1	14
к рабочей программе дисциплины	

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 использовать современные информационные технологии и базы данных для решения задач своей предметной области</p>	<p>ПК-5.3 Основные понятия теории надежности. Критерии надежности. Характеристики надежности Современные методы анализа устойчивостию</p>	<p>Знать: - методы эксплуатации технологического оборудования при проектировании производств энергонасыщенных материалов и изделий. Уметь: - организовывать профилактические осмотры и текущий ремонт оборудования. Владеть: - принципами обеспечения надежной эксплуатации оборудования для производства энергонасыщенных материалов и изделий.</p>

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина относится к дисциплинам специальности (Б1.В. 10.08) и изучается на 5 курсе в 10 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Детали машин», «Сопротивление материалов», «Химическая технология энергонасыщенных материалов», «Процессы и аппараты химической технологии».

Полученные при изучении дисциплины «Теория надежности технических систем» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе специалиста и 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)	-
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Экзамен

4 Содержание дисциплины

4.1 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, акад. часы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Введение. Основные понятия теории надежности	2				ПК5.3
2	Математические основы надежности	4	3	6	ПК-5	ПК-5.3
3	Надежность систем	4	3	6	ПК-5	ПК-5.3
4	Надежность оборудования подверженного динамическим нагрузкам	2	3	6	ПК-5	ПК-5.3
5	Классическая теория колебаний. Хаотические колебания	2	3	6	ПК-5	ПК-5.3
6	Современные методы анализа устойчивости конструкции	2	3	6	ПК-5	ПК-5.3
7	Динамическое гашение колебаний с одной степенью свободы	2	3	6	ПК-5	ПК-5.3

4.2 Занятия лекционного типа

№ раздела	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Иновационная форма
1	Цели и задачи дисциплины. Основные понятия теории надежности. Надежность. Отказ. Критерии надежности. Характеристики надежности. Сохранность. Ремонтопригодность. Срок службы. Избыточность. Элемент расчета надежности. Резервирование. Сложные системы.	2	
2	Общие зависимости. Надежность в период нормальной эксплуатации.	4	
3	Общие сведения. Надежность последовательной системы. Оценка на ЭВМ надежности последовательной системы.	4	
4	Общие зависимости. Основные виды отказов в оборудовании, качественные методы виброндежности.	2	

№ раздела	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
5	Классификация колебаний элементов конструкции. Линейные колебания. Нелинейные колебания. Хаотические колебания в технике.	2	
6	Современные методы анализа устойчивости. Основные понятия. Неустойчивости линейного осциллятора.	2	
7	Динамическое гашение колебаний с одной степенью свободы. Типовой случай линейной системы. Выбор оптимальных параметров динамического гасителя. Видоизмененная типовая схема. Гаситель подвеска.	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		
2	Расчет параметров устойчивости нелинейного осциллятора на примере колебания упругого вала в жидкости.	3		Групповая дискуссия
3	Расчет параметров колебания стержня на упругом основании	3		Групповая дискуссия
4	Расчет параметров нелинейных колебаний элемента конструкции при периодическом внешнем нагружении.	3		Групповая дискуссия
5	Расчет параметров самовозбуждающихся колебания при поперечном обтекании трубы потоком жидкости.	3		Групповая дискуссия
6	Расчет зависимости механической надежности от запаса прочности.	3		Групповая дискуссия
7	Расчет долговечности элемента конструкции при воздействии	3		Групповая дискуссия

4.3.2. Лабораторные работы

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
2	Численное исследование законов распределения случайных величин при оценке надежности машин производств энергонасыщенных материалов и изделий.	6	Групповая дискуссия
3	Численное исследование надежности последовательной системы при нормальном распределении внешней нагрузки.	6	Групповая дискуссия
4	Численное исследование надежности систем с резервированием.	6 (2)	Групповая дискуссия
5	Численное исследование динамических характеристик машин.	6 (2)	Групповая дискуссия
6	Численное исследование динамической устойчивости машин.	6 (2)	Групповая дискуссия
7	Численное исследование динамического гашения колебаний с одной степенью свободы.	6 (2)	Групповая дискуссия

4.4 Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	Общие зависимости. Надежность в период постепенных отказов. Совместное действие внезапных и постоянных отказов.	3	Устный опрос
3	Надежность последовательной системы типа цепи.	14	Устный опрос
4	Расчет надежности оборудования по интенсивностям отказов элементов конструкции.	14	Устный опрос
5	Что такое хаотическая динамика? Причины возникновения хаотических колебаний. Эволюция на фазовой плоскости. Отображение	14	Устный опрос
6	Нелинейные статистические и динамические бифуркации. Статические бифуркации и теория катастроф. Катастрофы, что это такое?	14	Устный опрос
7	Видоизмененная типовая схема гасителя . Маятниковые гасители крутильных колебаний. Гаситель крутильных колебаний системы Прингла. Случай инерционного возбуждения колебаний.	14	Устный опрос

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).

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

Пример варианта билета на экзамене:

<p>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)</p> <p>Кафедра мехатронных технологических комплексов</p> <p>УГСН 18.00.00 Химическая и биотехнология Специальность: 18.05.01 Химическая технология энергонасыщенных материалов Специализация: Автоматизированное производство химических предприятий</p> <p>Билет № 1 Вариант № 1</p> <p>1. Мощность привода червячной машины. 2. Конструкция пресса кольцевого для получения таблеток</p> <p>Дата: Зав. кафедрой мехатронных технологических комплексов А.С. Мазур</p>
--

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1
Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций достигнут пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «удовлетворительно».

7 Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

а) печатные издания:

1. Инженерный анализ устойчивости конструкций: Учебное пособие. /А.Н. Веригин А.И. Вареных, В.Г. Джангирян – СПб.: «Менделеев», 2004 – 134 с.
2. Лисицын, Н.В. Основы инженерной безопасности химических производств. Учебное пособие. /Н.В. Лисицын, И.В. Чалей, А.Н. Веригин – СПб.: «Менделеев», 2005 – 170 с.

б) электронные учебные издания:

1. Веригин, А.Н. Надежность оборудования переработки нефти и газа: Учебное пособие. /А.Н. Веригин, Н.А. Незамаев – СПб.: СПбГТИ (ТУ) 2014 – 112 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». Договор № 04(40)12 от 29.10.2012г.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс». Принадлежность – сторонняя. Контракт № 04(49)12 от 31.12.2012г. по оказанию информационных услуг с использованием экземпляров Специальных Выпусков Систем Консультант Плюс.

ЭБС «Научно-электронная библиотека eLibrary.ru». Принадлежность – сторонняя. Адрес сайта – <http://elibrary.ru> Наименование организации – ООО РУНЭБ. Договор № SU-18-02/2013-2 от 18.02.2013г. на оказание услуг по предоставлению доступа к изданиям в электронном виде.

<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:

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 УКВД. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 016-2015. КС УКВД. 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 приходиться, 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

Microsoft Office (Microsoft Excel); Mathcad/

10.3 Базы данных и информационные справочные системы

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс».

База данных журналов РИНЦ.

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. Е.</p>	<p>Специализированная мебель (20 посадочных мест), доска, проектор, экран, учебно-наглядные пособия</p>
<p>Компьютерный класс: 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24-26/49, лит. Е. помещение 19-Н, (второй этаж) аудитории 4, 13</p>	<p>Компьютерный класс: Оборудование компьютерного класса: 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: 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24–26/49, лит. Е. помещение 19-Н, (второй этаж) аудитории 4, 13</p>	<p>Специализированная мебель (20 посадочных мест), лабораторное оборудование.</p>
<p>Помещения для самостоятельной работы: 190013, г. Санкт-Петербург, Московский проспект, д. 24–26/49, лит. Е. помещение 19-Н, (второй этаж) аудитории 4, 13</p>	<p>Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Доска, проектор, экран, учебно-наглядные пособия</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.

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 использовать современные информационные технологии и базы данных для решения задач своей предметной области	промежуточный

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-5.3 Основные понятия теории надежности. Критерии надежности. Характеристики надежности. Современные методы анализа устойчивости	Правильно идентифицирует область применения оборудования производств энергонасыщенных материалов	Правильные ответы на вопросы № 1 -8 к экзамену, ответы на вопросы	Перечисляет основные типы применяемого оборудования	Перечисляет основное оборудование производств энергонасыщенных материалов	Перечисляет основное оборудование с конкретными режимами работы
	Правильно проводит расчет конструкций, узлов, материальных потоков, основного и вспомогательного оборудования	Правильные ответы на вопросы № 9 -30 к экзамену, ответы	Перечисляет методы расчета конструкций	Перечисляет метод расчета применительно к конкретному оборудованию	Перечисляет метод расчета применительно к конкретному оборудованию и режимам его работы
	Подбирает основное и вспомогательное оборудование	Правильные ответы на вопросы № 31 - 43, к экзамену, ответы	Перечисляет основное и вспомогательное оборудование	Правильно рассчитывает характеристики и габаритные размеры оборудования	Правильно рассчитывает характеристики оборудования с учетом технологического режима

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации

3.1 Вопросы для оценки сформированности элементов компетенции ПК-5:

1. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.

а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-5

1. Основные понятия надежности.
2. Основы резервирования.
3. Надежность в период постепенных отказов оборудования.
4. Надежность при совместном действии внезапных и постепенных отказов.
5. Надежность в период нормальной эксплуатации оборудования.
6. Математические основы надежности: случайные величины и их характеристики.
7. Особенности надежности восстановленных изделий.
8. Надежность последовательных и параллельных систем.

б) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-5.3

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.
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 несимметричности 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. Полный гармонический анализ колебаний стержня.
40. Типы движения в детерминированных не линейных системах.
41. Способы анализа колебаний, причины нелинейности.

42. Сечение Пуанкаре, как частный случай фазового портрета.

43. Понятие фрактальной размерности.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СПб ГТИ(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»).