

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 01.02.2024 15:16:28
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

«30» марта 2020 г.

Рабочая программа дисциплины

НАДЕЖНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Специальность

**15.05.01 Проектирование технологических
машин и комплексов**

Специализация:

**№ 20 "Проектирование технологических комплексов
производства энергонасыщенных материалов"**

Квалификация

Инженер

Форма обучения

Очная

Факультет Инженерно-технологический

Кафедра Химической энергетики

Санкт-Петербург

2020

Б1.Б.26.05

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Профессор		д. т. н., А.Н. Веригин

Рабочая программа дисциплины «Надежность технологического оборудования» обсуждена на заседании кафедры химической энергетики
протокол от «10» марта 2020 г. № 7

Заведующий кафедрой

А.С. Мазур

Одобрено учебно-методической комиссией Инженерно-технологического факультета
протокол от «25» марта 2020 г. № 7

Председатель

А.П. Сула

СОГЛАСОВАНО

Руководитель программы подготовки по специальности «Проектирование технологических машин и комплексов»		Н. А. Незамаев
Директор библиотеки		Т.Н. Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		Т.И. Богданова
Начальник УМУ		С.Н. Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

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

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

В результате освоения образовательной программы специалиста обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине: «Надежность технологического оборудования».

Коды компетенции	Результаты освоения ООП (содержание компетенций)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПСК-20.2	способностью демонстрировать знания конструктивных особенностей разрабатываемых и используемых в автоматизированных технологических комплексах в производстве энергонасыщенных материалов	Знать: - методы расчета процессов и оборудования в производстве энергонасыщенных материалов; Владеть: - методами расчета процессов и оборудования производств энергонасыщенных материалов. Уметь: - проводить расчет основных параметров и оборудования технологических процессов энергонасыщенных материалов.
ОПК-3	способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	Знать: основные требования, предъявляемые к конструкциям оборудования; обеспечивающие высокую техническую надежность элементов конструкции. Владеть: выбором правил эксплуатации оборудования для осуществления процессов переработки энергосыщенных материалов. Уметь: решать стандартные задачи профессиональной деятельности, обеспечивающие проведение существующего технологического процесса или внесения в него необходимых дополнений и изменений.

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы¹.

Дисциплина относится к дисциплинам специализации (Б1.Б.26.05) и изучается на 3 курсе в 6 семестре.

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

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

Полученные при изучении дисциплины «Надежность оборудования» 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, академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	6/216
Контактная работа с преподавателем:	96
занятия лекционного типа	36
занятия семинарского типа, в т.ч.	54
семинары, практические занятия	36
лабораторные работы	18
курсовое проектирование (КР или КП)	
КСР	6
другие виды контактной работы	
Самостоятельная работа	120
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	Зачет

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинар- ского типа, академ. ча- сы		Самостоятельная работа, акад. часы	Формируемые компетенции
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы		
1	Введение. Основные понятия теории надежности	2	4			ПСК-20.2
2	Математические основы надежности	4	4	6	25	ОПК-3 ПСК-20.2

3	Надежность систем	8	8	6	25	ОПК-3 ПСК-20.2
4	Надежность оборудования подверженного динамическим нагрузкам	6	8	2	25	ОПК-3 ПСК-20.2
5	Классическая теория колебаний. Хаотические колебания	6	4	2	25	ОПК-3 ПСК-20.2
6	Современные методы анализа устойчивости конструкции	6	4	2	10	ОПК-3 ПСК-20.2
7	Динамическое гашение колебаний с одной степенью свободы	4	4		10	ОПК-3 ПСК-20.2

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	Цели и задачи дисциплины. Основные понятия теории надежности. Надежность. Отказ. Критерии надежности. Характеристики надежности. Сохранность. Ремонтпригодность. 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.	8	
4	Общие зависимости. Основные виды отказов в оборудовании, качественные методы виброненадежности.	6	
5	Классификация колебаний элементов конструкции. Линейные колебания. Нелинейные колебания. Хаотические колебания в технике.	6	
6	Современные методы анализа устойчивости. Основные понятия. Неустойчивости линейного осциллятора.	6	
7	Динамическое гашение колебаний с одной степенью свободы. Типовой случай линейной системы. Выбор оптимальных параметров динамического гасителя. Видоизмененная типовая схема. Гаситель подвеска.	4	

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические 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.	4	-
2	<u>Математические основы надежности.</u> Расчет законов распределения случайных величин при оценке надежности машин и аппаратов.	4	-
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.	4	-
4	<u>Надежность оборудования подверженного динамическим нагрузкам.</u> Расчет надежности вала по критерию прочности.	4	-
5	<u>Классическая теория колебаний.</u> Расчет динамики машин.	4	Групповое обсуждение
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	

4.3.2. Лабораторные работы.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
2	Численное исследование законов распределения случайных величин при оценке надежности машин производств энергонасыщенных материалов и изделий.	6	
3	Численное исследование надежности последовательной системы при нормальном распределении внешней нагрузки.	6	
4	Численное исследование надежности систем с резервированием.	2	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Примечание
5	Численное исследование динамических характеристик машин.	2	
6	Численное исследование динамической устойчивости машин.	2	

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 внешних и постоянных отказов.	25	Устный опрос
3	Надежность последовательной системы типа цепи.	25	Устный опрос
4	Расчет надежности оборудования по интенсивностям отказов элементов конструкции.	25	Устный опрос
5	Что такое хаотическая динамика? Причины возникновения хаотических колебаний. Эволюция на фазовой плоскости. Отображение Пуанкаре.	25	Устный опрос
6	Нелинейные статистические и динамические бифуркации. Статические бифуркации и теория катастроф. Катастрофы, что это такое?	10	Устный опрос
7	Видоизмененная типовая схема гасителя. Маятниковые гасители крутильных колебаний. Гаситель крутильных колебаний системы Прингла. Случай инерционного возбуждения колебаний.	10	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 Медиа: <http://media.technology.edu.ru>

6. 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 зачета.

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

Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций и комплектуются вопросами (заданиями).

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

Пример варианта вопросов на зачете:

Вариант № 1

1. Особенности надежности восстановленных изделий.
2. Способы анализа колебаний, причины нелинейности.

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

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

а) печатные издания:

1. Веригин, А.Н. Химико-технологические агрегаты. Инженерный анализ колебаний: Учебное пособие. /А.Н. Веригин, А.И. Вареных, В.Г. Джангириян – Санкт Петербург.: «Менделеев», 2004. – 214 с.
2. Инженерный анализ устойчивости конструкций: Учебное пособие. /А.Н. Веригин А.И. Вареных, В.Г. Джангириян – Санкт Петербург: «Менделеев», 2004 – 134 с.
3. 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 издания:

4. Надежность оборудования переработки нефти и газа: Учебное пособие. /А.Н. Веригин, Н.А. Незамаев – Санкт Петербург: СПбГТИ (ТУ) 2014 – 112 с.(ЭБ)

8. 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/>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Надежность технологического оборудования» 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 электронно-информационной 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 компьютерами.

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

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный 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 УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Надежность технологического оборудования»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Компетенции		
Индекс	Формулировка²	Этап формирования³
ПСК-20.2	способностью демонстрировать знания конструктивных особенностей разрабатываемых и используемых в автоматизированных технологических комплексах в производстве энергонасыщенных материалов	промежуточный
ОПК-3	способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	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	Освоение цели и задачи дисциплины.	Правильные ответы на вопросы № 1-2, к зачету	ПСК-20.2
Освоение раздела № 2	Рассчитать надежность в период нормальной эксплуатации.	Правильные ответы на вопросы № 3-6 к зачету	ОПК-3 ПСК-20.2
Освоение раздела № 3	Оценка на ЭВМ надежности последовательной системы.	Правильные ответы на вопросы № 7-9 36-38 к зачету	ОПК-3 ПСК-20.2
Освоение раздела № 4	Знать основные виды отказов в оборудовании, качественные методы виброненадежности.	Правильные ответы на вопросы № 10-16, 27-29 к зачету	ОПК-3 ПСК-20.2
Освоение раздела № 5	Классификация колебаний элементов конструкции. Линейные колебания. Нелинейные колебания. Хаотические колебания в тех-	Правильные ответы на вопросы № 17-20, к зачету	ОПК-3 ПСК-20.2

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
	нике.		
Освоение раздела № 6	Современные методы анализа устойчивости. Основные понятия. Неустойчивости линейного осциллятора.	Правильные ответы на вопросы № 21-28, 39-43 к зачету	ОПК-3 ПСК-20.2
Освоение раздела № 7	Динамическое гашение колебаний с одной степенью свободы. Типовой случай линейной системы. Выбор оптимальных параметров динамического гасителя. Видоизмененная типовая схема. Гаситель подвеска.	Правильные ответы на вопросы № 29-35, к зачету	ОПК-3 ПСК-20.2

Шкала оценивания соответствует СТО СПбГТИ(ТУ):
по дисциплине промежуточная аттестация проводится в форме зачета, то шкала оценивания – «зачет», «не зачет».

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.
а) Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ОПК-3, ПСК-20.2

1. Основные понятия надежности.
2. Основы резервирования.
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.
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. 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.

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При сдаче зачета студент получает два 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.