

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИИЭ

 Матвеев А.С.

«26» 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
ПРИЕМ 2019 г.
ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная

Надежность, безопасность и ресурсоэффективность систем измерений и управления

Направление подготовки/ специальность	13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника		
Образовательная программа (направленность (профиль))	Автоматизация теплоэнергетических процессов		
Специализация			
Уровень образования	высшее образование - магистратура		
Курс	1	семестр	1
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	8	
	Практические занятия	32	
	Лабораторные занятия	24	
	ВСЕГО	64	
Самостоятельная работа, ч		152	
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)		курсовая работа	
ИТОГО, ч		216	

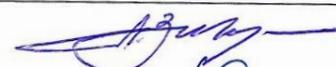
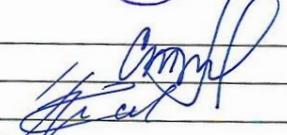
Вид промежуточной
аттестации

Экзамен,
диф.зачет
(КР)

Обеспечивающее
подразделение

НОЦ И.Н.
Бутакова

Заведующий кафедрой -
руководитель НОЦ И.Н.
Бутакова на правах кафедры
Руководитель ООП
Преподаватель

	Заворин А.С.
	Стрижак П.А.
	Кравченко Е.В.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5.4 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий	И.УК(У)-1.1	Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними	УК(У)-1.1В1	Владеет способностью установить связи между составляющими проблемной ситуации
				УК(У)-1.1У1	Умеет выделять составляющие проблемной ситуации
				УК(У)-1.1З1	Знает подходы к определению научной проблемы и способам ее постановки
		И.2.УК(У)-1	Выстраивает, реконструирует и оценивает научную аргументацию при анализе информации	УК(У)-1.2У1	Умеет применять различные типы научной аргументации для доказательства или опровержения представленной информации
ПК(У)-1	Способен использовать глубокие естественнонаучные, математические и инженерные знания при предварительном анализе, проектировании, синтезе, ресурсоэффективной эксплуатации автоматизированных и автоматических систем управления теплоэнергетическими процессами, а также систем теплотехнических измерений и регистрации	И.ПК(У)-1.1	Обеспечение наиболее полного использования объекта управления (технологического процесса) для решения поставленных задач и соблюдение требований энергетической эффективности, повышения производительности труда и качества продукции	ПК(У)-1.1В3	Структурного анализа резервируемых восстанавливаемых и невосстанавливаемых систем
				ПК(У)-1.1У3	Использовать математический аппарат теории надежности для анализа показателей безопасности и ресурсоэффективности работы систем автоматического управления и контроля
ПК(У)-2	Способен разрабатывать комплекты проектной, конструкторской и эксплуатационной документации для сложных систем теплотехнических измерений и управления	И.ПК(У)-2.1	Выполнение фундаментальных и прикладных работ поискового, теоретического и экспериментального характера с целью определения технических характеристик новой техники в определенные сроки, а также комплекса работ по разработке конструкторской и технологической документации на опытные образцы изделий, изготовлению и испытаниям опытных образцов изделий, выполняемых по техническому	ПК(У)-2.1З1	Критериев эффективности резервирования, способов их вычисления и анализа

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
			заданию		
ПК(У)-3	Способен интегрировать знания различных областей для разработки мероприятий по совершенствованию технологии производства, обеспечению экономичности, надежности и безопасности эксплуатации, ремонта и модернизации энергетического и теплотехнологического оборудования	И.ПК(У)-3.1	Безопасная, надежная и экономичная эксплуатация энергооборудования, выполнение диспетчерского графика нагрузки, бесперебойное энергоснабжение потребителей, поддержание нормативного качества отпускаемой энергии	ПК(У)-3.1В1	Планирования, разработки методик и критического анализа результатов испытаний на надежность систем автоматического управления и их элементов
				ПК(У)-3.1У1	Проводить определительные испытания элементов и систем на надежность
ПК(У)-5	Способен применять знания нетехнических ограничений инженерной деятельности, разрабатывать мероприятия по безопасности жизнедеятельности персонала и населения, предотвращать экологические нарушения	И.ПК(У)-5.1	Обеспечение эксплуатации, технического обслуживания и ремонта оборудования контрольно-измерительных приборов и автоматики в организациях атомной энергетики	ПК(У)-5.1В2	Разработки технических решений для выполнения требований по защите окружающей среды
				ПК(У)-5.1У2	Применять методы обеспечения высокой экологической эффективности теплоэнергетических установок и теплотехнологического оборудования

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к вариативной части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине	Индикатор
-----------------------------------------------	-----------

Код	Наименование	достижения компетенции
РД 1	Знать функциональные и числовые показатели надежности и ремонтпригодности технических и программных элементов и систем	И.УК(У)-1.1, И.УК(У)-1.2, И.ПК(У)-1.1
РД2	Знать методы анализа и расчета надежности автоматизированных программно-технических систем и способы анализа технической эффективности сложных автоматизированных систем	И.ПК(У)-3.1
РД3	Знать и уметь применять методы диагностирования технических и программных систем	И.ПК(У)-1.1, И.ПК(У)-3.1
РД4	Уметь определять по результатам испытаний и наблюдений оценки показателей надежности и ремонтпригодности технических элементов и систем, синтезировать локальные технические системы с заданным уровнем надежности, анализировать надежность локальных технологических систем диагностировать показатели надежности локальных технических систем	И.ПК(У)-2.1, И.ПК(У)-3.1, И.ПК(У)-5.1
РД5	Уметь синтезировать локальные технические системы с заданным уровнем надежности	И.ПК(У)-3.1
РД6	Уметь анализировать надежность локальных технологических систем диагностировать показатели надежности локальных технических систем	И.ПК(У)-3.1, И.ПК(У)-5.1

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел (модуль) 1. Основные понятия теории надежности	РД1	Лекции	2
		Практические занятия	12
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	38
Раздел (модуль) 2. Показатели надежности технических элементов и систем	РД1, РД2	Лекции	2
		Практические занятия	12
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	38
Раздел (модуль) 3. Техническая эффективность сложных автоматизированных систем. Повышение надежности технических систем	РД3, РД4	Лекции	2
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	10
		Самостоятельная работа	38
Раздел (модуль) 4. Диагностика автоматизированных систем. Надежность программных и программно-технических систем	РД5, РД6	Лекции	2
		Практические занятия	
		Лабораторные занятия	14
		Самостоятельная работа	38

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1. Основные понятия теории надежности

Проблемы надежности в технике, технологиях, автоматике. Основные задачи теории

надежности, математический аппарат теории надежности. Основные понятия теории вероятностей: событие, случайная величина дискретная и непрерывная; законы распределения для дискретных и непрерывных случайных величин, интегральный закон распределения; математическое ожидание, дисперсия, среднее квадратичное отклонение; равномерный закон распределения и его параметры; нормальный закон распределения и его параметры.

Основные понятия статистики: вариационный ряд; выборочное среднее арифметическое, выборочная дисперсия; точечные и интервальные оценки, гипотезы и их проверка. Основные понятия теории массового обслуживания

Темы лекций:

1. Введение. Основные понятия теории вероятности, статистики и теории массового обслуживания.

Темы практических занятий:

1. Непосредственный расчет вероятностей (6 ч).
2. Геометрическая интерпретация подсчета вероятности события (6 ч).

Раздел 2. Показатели надежности технических элементов и систем

Определительные испытания элементов (систем) на надежность. Планирование испытаний, методика экспериментирования, обработка результатов испытаний при определении статистических распределений и точечных (интервальных) оценок показателей надежности. Проверка гипотез согласия и анализа точности и надежности оценок. Форсированные определительные испытания на надежность, методика их проведения и обработка результатов.

Контрольные испытания технических элементов и систем. Понятие ошибок первого и второго рода; риски изготовителя и пользователя. Тактика последовательного экспериментирования при контрольных испытаниях.

Темы лекций:

1. Показатели надежности технических элементов и систем. Определение показателей надежности технических элементов и систем.

Темы практических занятий:

1. Основные теоремы теории вероятности (6 ч).
2. Оценка единичных показателей надежности (6 ч).

Раздел 3. Техническая эффективность сложных автоматизированных систем. Повышение надежности технических систем

Понятие сложной системы в теории надежности. Понятие технической эффективности сложной системы. Показатели технической эффективности, технические состояния системы, вероятности возникновения дискретных состояний, уравнение Колмогорова для вычисления вероятностей состояний. Вычисление показателя эффективности как меры надежности сложной системы.

Анализ задачи оценивания эффективности системы, способы понижения размерности задачи: «укрупнение» элементов, введение функциональных состояний, композиция «близких» состояний и др.

Автоматизированная техническая система как сложная восстанавливаемая система, анализ ее эффективности при разных понятиях состояния

Темы лекций:

1. Надежность технических систем.

Темы практических занятий:

1. Расчет комплексных показателей надежности (8 ч.).

Названия лабораторных работ:

1. Законы распределения надежности (4 ч.).
2. Методы резервирования (4 ч.).

Раздел 4. Диагностика автоматизированных систем. Надежность программных и программно-технических систем

Оперативная диагностика технологического оборудования и систем автоматизации; рабочее и тестовое диагностирование; прогнозное диагностирование; постоянное, периодическое и эпизодическое диагностирование технологических систем. Автоматизация процесса диагностирования технических систем; автоматизированные системы технической диагностики, комплексные технико-экономические системы диагностики, подсистемы диагностики экологических и показателей надежности.

Оперативная диагностика программных систем. Диагностирование программ на стадиях разработки и эксплуатации ПО. Автоматизация процесса диагностирования ПО. Интеллектуальные системы диагностики программных средств и систем

Темы лекций:

1. Диагностика технических систем.

Названия лабораторных работ:

1. Расчет показателей надежности тепловой сети (6 ч.).
2. Расчет показателей надежности оборудования энергетических блоков ТЭЦ (8 ч.).

Темы курсовых работ:

1. Прогностическое моделирование показателя надежности технической системы.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролируемых мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Выполнение курсовой работы;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям;

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Бочкарев С.В. Диагностика и надежность автоматизированных технологических систем: учебное пособие для вузов / С.В. Бочкарев, А.И. Цаплин, А.Г. Схиртладзе. – Старый Оскол: ТНТ, 2013. – 615 с. (<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C253883>)

2. Шишмарёв, Владимир Юрьевич. Диагностика и надежность автоматизированных систем : Учебник Для СПО / Шишмарёв В. Ю.. — 2-е изд. — Электрон. дан. — Москва: Юрайт, 2020. — 341 с. — Профессиональное образование. — URL: <https://urait.ru/bcode/466149>.
3. Тетеревков И.В. Надежность систем автоматизации: учебное пособие / И. В. Тетеревков. — Москва: Инфра-Инженерия, 2019. — 356 с.: ил. — Библиогр.: с. 349. (<https://e.lanbook.com/book/124630>).

Дополнительная литература:

1. Шишко В.Б., Чиченев Н.А. Надежность технологического оборудования: учебник. — М.: Дом МИСиС. — 2012. — 190 с. (<https://e.lanbook.com/reader/book/116901/#3>).
2. Чичинев Н.А. Надежность технологических машин: учебник. — М.: Дом НИТУ МИСиС. — 2019. — 264 с. (<https://e.lanbook.com/reader/book/129071/#3>).
3. Малафеев С.И., Копейкин А.И. Надежность технических систем. Примеры и задачи: учебное пособие. — Санкт-Петербург: Лань. — 2016. — 316 с. (<https://e.lanbook.com/reader/book/87584/#4>).

6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Электронно-библиотечная система «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
2. Электронно-библиотечная система «ZNANIUM.COM» - <https://new.znanium.com/>
3. Электронно-библиотечная система «Юрайт» - <https://urait.ru/>
4. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studentlibrary.ru/>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке: <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
2. Document Foundation LibreOffice;
3. Cisco Webex Meetings;
4. Zoom Zoom.

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 401	Доска аудиторная поворотная - 1 шт.;Комплект учебной мебели на 48 посадочных мест; Компьютер - 1 шт.; Проектор - 1 шт.
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс)	Комплект учебной мебели на 10 посадочных мест;Шкаф для одежды - 2 шт.;Шкаф для документов - 1 шт.;Тумба стационарная - 10 шт.;Тумба подкатная - 1 шт.; Компьютер - 13 шт.; Принтер - 4 шт.

	634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 28	
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 219	Лабораторная установка "Исслед.моделир.информац.-измерит. сис-м автоматич.контр.и регулирован." - 1 шт.;Прибор аналоговый А-502-202 - 1 шт.;Лабораторная работа 1 "Изучение, поверка и калибровка преобразователей температуры" - 1 шт.;Потенциометр Диск-250 - 2 шт.;Лабораторный комплекс 6 Показывающие, регистрирующие, сигнализирующие, регулирующие приборы - 1 шт.;Расходомер ДПС - 1 шт.;Лабораторная установка "Изучение,калиб-ка и поверка приборов и преобраз.температ." - 2 шт.;Лабораторная установка "Изучение,калиб-ка и поверка приборов и преобраз.давления" - 1 шт.;Прибор ИПДС - 1 шт.;Лабораторный комплекс 5 Изучение, калибровка и поверка газоанализаторов - 1 шт.;Лабораторная работа 3 Изучение комплекта расходомера переменного перепада давления Поверка преобразователя разности давления - 1 шт.;Прибор РП-160 - 2 шт.; Лаб.уст."Исслед.распределенных сис-м управл.теплоэнекрг.объектами." - 4 шт.; Термостат жидкостный Термотест-100 - 1 шт.; Многофункциональный калибратор Метран-510-ПКМ - 3 шт.;Прибор КП1-Т - 1 шт.;Лабораторная работа 2 "Изучение, поверка и удаленная калибровка интеллектуальных преобразователей давления" - 1 шт.;Измеритель-регулятор темп - 1 шт.;Лабораторный комплекс 4 Изучение и поверка тягонапорометров - 1 шт.; Доска аудиторная настенная - 1 шт.;Шкаф для документов - 1 шт.;Комплект учебной мебели на 18 посадочных мест; Компьютер - 3 шт.; Принтер - 2 шт.; Проектор - 1 шт.; Телевизор - 1 шт.
4.	Аудитория - помещение для самостоятельной работы обучающихся, имеется подключение к сети "Интернет" и доступ в электронную информационно-образовательную среду 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, 120	Компьютер - 16 шт.; Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 16 посадочных мест

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 13.04.01 Теплоэнергетика и теплотехника, профиль «Автоматизация теплоэнергетических процессов» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Доцент НОЦ И. Н. Бутакова	Кравченко Е.В.

Программа одобрена на заседании НОЦ И. Н. Бутакова (протокол от «17» апреля 2019 г. № 25).

Заведующий кафедрой - руководитель НОЦ И.Н. Бутакова
на правах кафедры
д.т.н, профессор

 / Заворин А.С./

Лист изменений рабочей программы:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании НОЦ И.Н. Бутакова (протокол)