

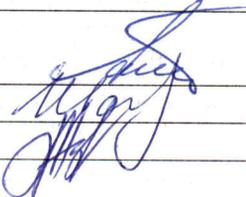
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор обеспечивающей  
 Школы неразрушающего  
 контроля и безопасности  
 Д.А. Седнев  
 «30» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2019 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

Автоматизация испытаний электронных устройств		
Направление подготовки/ специальность	11.03.04 Электроника и нанoeлектроника	
Образовательная программа (направленность (профиль))	Прикладная электронная инженерия	
Специализация	Инжиниринг в электронике	
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат	
Курс	4	семестр 7
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	3	
Виды учебной деятельности	Временной ресурс	
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	8
	Практические занятия	16
	Лабораторные занятия	24
	ВСЕГО	48
Самостоятельная работа, ч		60
в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с выделенной промежуточной аттестацией (курсовой проект, курсовая работа)		Курсовой проект
ИТОГО, ч		108

Вид промежуточной аттестации	зачет дифзачет	Обеспечивающее подразделение	Отделение Электронной инженерии
---------------------------------	-------------------	---------------------------------	---------------------------------------

Зав. кафедрой-руководитель отделения на правах кафедры Руководитель ООП Преподаватель		П.Ф. Баранов
		В.С. Иванова
		Н.М. Наталинова

2020 г.

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5 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
ПК(У)-2	Способен аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения	И. ПК(У)-2.1	Демонстрирует способность выбирать методику проведения испытаний и проводить испытания разрабатываемых устройств, приборов и систем электронной техники с учетом заданных требований	ПК(У)-2.1В1	Владеет практическими навыками проведения испытаний электронной техники и обработки полученных результатов
				ПК(У)-2.1У1	Умеет правильно определять виды испытаний, самостоятельно выбирать способы их проведения, выбирать тип испытательного оборудования для конкретного вида испытаний электронной техники
				ПК(У)-2.1З1	Знает виды внешних воздействующих факторов, виды испытаний, способы и методы проведения испытаний, содержание программы испытаний, виды и типы испытательного оборудования, статистические методы обработки результатов испытаний.
ПК(У)-4	Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	И.ПК(У)-4.1	Демонстрирует способность осуществлять автоматизированный контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам	ПК(У)-4.1В1	Владеет практическими навыками автоматизированного проведения испытаний и обработки результатов электронной техники методами САПР
				ПК(У)-4.1У1	Умеет применять современные пакеты прикладного программного обеспечения для автоматизированного проведения испытаний электронной техники методами САПР
				ПК(У)-4.1З1	Знает принципы автоматизации испытаний электронной техники

## 2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой 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 достижения компетенции
Код	Наименование	
РД 1	Применять полученные знания для решения инженерных задач при разработке, производстве и эксплуатации современных	И. ПК(У)-2.1 И. ПК(У)-4.1

	автоматизированных систем, (в том числе интеллектуальных) и радиоэлектронной аппаратуры с использованием технологий мирового уровня, современных инструментальных и программных средств	
РД 2	Выполнять испытания и диагностику изделий радиоэлектронной аппаратуры и автоматизированных систем лабораторным способом, а также с применением ПО.	И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-4.1
РД 3	Применять экспериментальные методы оценки качества, надежности и безопасности радиоэлектронной аппаратуры и автоматизированных систем с целью проверки их соответствия заданным требованиям.	И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-4.1
РД 4	Анализировать и обобщать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области теории, проектирования, производства и эксплуатации комплекса технических средств, принимать участие в командах по разработке и эксплуатации таких устройств и систем	И.ПК(У)-2.1 И.ПК(У)-4.1

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.
<b>Раздел (модуль) 1. Основы теории испытаний электронных устройств</b>	РД1 ,РД2, РД3, РД4	Лекции	<b>8</b>
		Практические занятия	<b>16</b>
		Самостоятельная работа	<b>30</b>
<b>Раздел (модуль) 2. Методы испытаний электронных устройств в программе Soliworks Simulink</b>	РД1 ,РД2, РД3, РД4	Лабораторные занятия	<b>24</b>
		Самостоятельная работа	<b>30</b>

Содержание разделов дисциплины:

#### Раздел 1. Основы теории испытаний электронных устройств

*Рассматриваются основные понятия теории испытаний, некоторые понятия теории вероятностей, применяемые при испытаниях электронных устройств. Рассмотрены факторы, воздействующие на электронные средства. Проблемы испытаний.*

#### Темы лекций:

1. Классификация воздействующих факторов. Климатические воздействия. Формирование естественных климатических воздействий. (2 ч.)
2. Биологические воздействия. Виды биоповреждений. Космические воздействия. Космические излучения в околоземном пространстве. Термовакuumные факторы космического пространства. (2 ч.)
3. Механические воздействия. Акустический шум. (2 ч.)
4. Проблемы проведения испытаний электронных устройств. Адекватность условий испытаний реальным условиям эксплуатации электронных устройств. (2 ч.)

#### Названия практических занятий:

1. Испытания и диагностика электронных средств. Изучение основных видов испытаний электронных средств (ЭС), нормативно-технических документов и

- оборудования, приобретение компетенции, необходимой для проведения испытаний и диагностики ЭС. (4 ч.)
2. Климатические испытания электронной компонентной базы. Изучение основных видов оборудования, оснастки и документации на изделия, а также освоение методик проведения климатических испытаний электронной компонентной базы (ЭКБ). Приобретение компетенции проведения климатических испытаний электронной компонентной базы. (4 ч.)
  3. Механические испытания электронной компонентной базы. Изучение основных видов оборудования и освоение методик проведения механических испытаний ЭКБ. Приобретение компетенции по проведению механических испытаний ЭКБ (4 ч.)
  4. Обработка, анализ и оценка результатов испытаний. Изучение методов обработки, анализа и оценки результатов испытаний, приобретение компетенции оформления результатов испытаний в виде соответствующих протоколов (4 ч.)

<b>Раздел 2. Методы испытаний электронных устройств в программе Solidworks Simulink</b>
---

**Названия лабораторных работ:**

1. Знакомство с программной средой Solidworks Simulation. Анализ изменения в конструкции шарового крана в Solidworks Simulation (4 ч.)
2. Сопряженный теплообмен внутри корпусов электронной аппаратуры в программе Solidworks Simulation (4 ч.)
3. Испытания печатной платы на ударную нагрузку в программе Solidworks Simulation (4 ч.)
4. Анализ случайных колебаний печатной платы в программе Solidworks Simulation (4 ч.)
5. Тепловой расчет радиатора охлаждения с принудительной вентиляцией в Solidworks Simulation (4 ч.)
6. Расчет характеристик надежности электронных компонентов для режима ожидания (4 ч.)

***Темы курсовых проектов***

Испытания печатной платы на ударную нагрузку, на стойкость к вибрационным нагрузкам и выполнение теплового расчет печатной платы в программе Solidworks Simulation.

Каждому студенту выдается индивидуальная конфигурация печатной платы для исследования.

*Задание направлено на решение задач по обеспечению функционирования радиоэлектронных компонентов в требуемых тепловых режимах. Одним из важнейших вопросов, возникающих при тепловом моделировании электроники, является корректная оценка влияния структуры печатной платы на температуру расположенных на ней электронных компонентов. С помощью испытаний на ударную нагрузку можно оценить влияние падения модели на твердый пол. Исследование на стойкость к вибрационным нагрузкам позволяет провести анализ вибропрочности платы при заданных условиях эксплуатации (диапазон частот рабочих частот), распределенной массы на плату, геометрии платы и способов крепления платы.*

**5. Организация самостоятельной работы студентов**

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины предусмотрена в

следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- Подготовка к лабораторным работам;
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;
- Выполнение курсового проекта
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **6.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### **Основная литература**

1. Березкин, Е. Ф. Надежность и техническая диагностика систем : учебное пособие / Е. Ф. Березкин. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 260 с. — ISBN 978-5-8114-3375-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/115514>.
2. Малафеев, С. И. Надежность технических систем. Примеры и задачи : учебное пособие / С. И. Малафеев, А. И. Копейкин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 316 с. — ISBN 978-5-8114-1268-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/87584>.
3. Обеспечение надежности сложных технических систем : учебник / А. Н. Дорохов, В. А. Керножицкий, А. Н. Миронов, О. Л. Шестопалова. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 352 с. — ISBN 978-5-8114-1108-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93594>.
4. Нечаев, Д. Ю. Надежность информационных систем : учебное пособие / Д. Ю. Нечаев, Ю. В. Чекмарев. — Москва : ДМК Пресс, 2012. — 64 с. — ISBN 978-5-94074-566-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/3030>.

#### **Дополнительная литература**

1. Лисунов, Е. А. Практикум по надежности технических систем : учебное пособие / Е. А. Лисунов. — 2-е изд., испр. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2015. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-1756-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/56607>.
2. Ускоренные испытания на надежность технических систем: методические указания / В. Д. Шашурин, Н. А. Ветрова, В. В. Назаров, Н. Г. Серегин. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. — 45 с. — ISBN 978-5-7038-4419-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/103395>.
3. Надежность технических систем. Резервирование, восстановление : учебное пособие / В. Д. Шашурин, В. М. Башков, Н. А. Ветрова, В. А. Шалаев. — Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. — 60 с. — ISBN 978-5-7038-3315-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/52156>.

### **6.2. Информационное и программное обеспечение**

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):  
<https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb> - информационно-справочные системы и профессиональные базы данных НТБ

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

7-Zip;  
Adobe Acrobat Reader DC;  
Adobe Flash Player;  
Cisco Webex Meetings;  
Dassault Systemes SOLIDWORKS Education;  
Document Foundation LibreOffice; Google Chrome;  
Microsoft Office 2016 Standard Russian Academic;  
Mozilla Firefox ESR;  
Top Systems T-FLEX CAD Education;  
Tracker Software PDF-XChange Viewer;  
WinDjView;  
Zoom Zoom

#### 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (компьютерный класс 634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 210	Комплект учебной мебели на 52 посадочных мест; Компьютер - 20 шт.; Проектор - 1 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, специализации «Инжиниринг в электронике» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Доцент ОЭИ	Наталинова Н.М.

Программа одобрена на заседании Отделения электронной инженерии ИШНКБ (протокол № 19 от 28.06.2019).

Зав. кафедрой – руководитель отделения  
на правах кафедры,  
к.т.н.



П.Ф. Баранов

подпись

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЭИ ИШНКБ (протокол)
2020/2021 учебный год	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обновлено программное обеспечение</li> <li>2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем</li> <li>3. Обновлено содержание разделов дисциплины</li> <li>4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС</li> </ol>	от 01.09.2020 г. № 37
2021/2022 учебный год	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обновлено содержание разделов дисциплины</li> <li>2. Обновлено ПО в рабочей программе дисциплины</li> <li>3. Обновлен список литературы</li> <li>4. Обновлен перечень профессиональных баз</li> <li>5. Обновлена аннотация рабочей программы дисциплины</li> <li>6. Обновлены материалы в ФОС дисциплины</li> </ol>	от 30.08.2021 г. № 54
2022/2023 учебный год	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Обновлено содержание разделов дисциплины</li> <li>2. Обновлено ПО в рабочей программе дисциплины</li> <li>3. Обновлен список литературы</li> <li>4. Обновлен перечень профессиональных баз</li> <li>5. Обновлены материалы в ФОС дисциплины</li> </ol>	от 27.06.2022 г. № 67