

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
"РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ
В.Ф. УТКИНА"

СОГЛАСОВАНО
Зав. выпускающей кафедры

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
А.В. Корячко

Методы стабильности технологических процессов
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой	Систем автоматизированного проектирования вычислительных средств
Учебный план	11.03.03_21_00.plx 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств
Квалификация	бакалавр
Форма обучения	очная
Общая трудоемкость	4 ЗЕТ

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		Итого	
Неделя	16			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	24	24	24	24
Лабораторные	16	16	16	16
Практические	8	8	8	8
Иная контактная работа	0,35	0,35	0,35	0,35
Консультирование перед экзаменом и практикой	2	2	2	2
Итого ауд.	50,35	50,35	50,35	50,35
Контактная работа	50,35	50,35	50,35	50,35
Сам. работа	67	67	67	67
Часы на контроль	26,65	26,65	26,65	26,65
Итого	144	144	144	144

г. Рязань

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Горин В.С.

Рабочая программа дисциплины

Методы стабильности технологических процессов

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 928)

составлена на основании учебного плана:

11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

утвержденного учёным советом вуза от 25.06.2021 протокол № 10.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Систем автоматизированного проектирования вычислительных средств

Протокол от 30.06.2021 г. № 12

Срок действия программы: 2021-2026 уч.г.

Зав. кафедрой Корячко Вячеслав Петрович

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2022-2023 учебном году на заседании кафедры
Систем автоматизированного проектирования вычислительных средств

Протокол от _____ 2022 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2023-2024 учебном году на заседании кафедры
Систем автоматизированного проектирования вычислительных средств

Протокол от _____ 2023 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2024-2025 учебном году на заседании кафедры
Систем автоматизированного проектирования вычислительных средств

Протокол от _____ 2024 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2025-2026 учебном году на заседании кафедры

Систем автоматизированного проектирования вычислительных средств

Протокол от _____ 2025 г. № ____

Зав. кафедрой _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
1.1	Целью освоения дисциплины «Методы стабильности технологических процессов» является приобретение студентами базовых знаний и умений в формировании способности обеспечивать соответствие стабильности разрабатываемых технологических процессов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным актам, а также проектировать технологические процессы производства КА (космических аппаратов) и систем с использованием средств автоматизации проектирования
1.2	Задачи:
1.3	• получение теоретических знаний о современных методах контроля и стабильности технологических процессов изготовления КА и систем;
1.4	• приобретение практических навыков контроля и анализа качественных и количественных показателей технологических операций производства КА и систем;
1.5	• овладение принципами и методами обеспечения стабильности технологических процессов изготовления КА и систем.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	
Цикл (раздел) ОП:	Б1.В.ДВ.02
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:
2.1.1	CAD, CAM, CAE-системы в производстве ЭС
2.2	Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:
2.2.1	Интегрированные системы автоматизированного проектирования конструкций ЭС
2.2.2	Конструкторская и технологическая подготовка производства ЭС
2.2.3	Математические методы проектирования технологических процессов
2.2.4	Прикладные и расчетные системы в конструировании ЭС
2.2.5	Современное технологическое оборудование приборостроительных предприятий
2.2.6	Автоматизированные системы технологической подготовки производства
2.2.7	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы
2.2.8	Преддипломная практика

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
ПК-5: Способен выполнять задания в рамках НИОКР по освоению и внедрению новых средств технологического обеспечения производства, технологических процессов и материалов при производстве КА и систем	
ПК-5.2. Проводит исследования по освоению и внедрению новых технологических процессов, материалов и компьютерных программ для моделирования технологических процессов производства элементов КА и систем	
Знать требования российских и международных стандартов по обеспечению стабильного качества продукции с целью освоения и внедрения новых технологических процессов контроля и диагностики при производстве КА и систем	
Уметь проводить исследования по освоению и внедрению новых стабильных технологических процессов, материалов и компьютерных программ с применением современных методов контроля и диагностики технологических процессов производства элементов КА и систем	
Владеть методами оценки стабильности внедряемых технологических процессов, проводить исследования по освоению и внедрению их, а также материалов и компьютерных программ с применением современных методов контроля и диагностики технологических процессов производства высокотехнологических надежных элементов КА и систем	

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	требования российских и международных стандартов по обеспечению качества продукции с целью стабильного обеспечения выпуска высококачественной конкурентоспособной продукции с использованием современных методов контроля и диагностики технологических процессов производства КА и систем
3.2	Уметь:
3.2.1	проводить исследования по освоению и внедрению новых средств технологического обеспечения, материалов и компьютерных программ с применением современных методов контроля и диагностики технологических процессов производства элементов КА и систем стабильного качества
3.3	Владеть:
3.3.1	Иметь навыки моделирования, освоения и внедрения новых средств технологического обеспечения производства, контроля и диагностики технологических процессов в рамках НИОКР при производстве КА и систем

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. тема1					
1.1	Место контроля и диагностики в оценке стабильности ТП /Тема/	6	0			
1.2	Понятия точности, устойчивости и стабильности ТП. Организация контроля стабильности на этапе производства. Статистический анализ точности и стабильности технологического процесса Диагностика ТП производства элементов КА и систем в системе управления качеством /Лек/	6	2		Л1.4	
1.3	Изучение конспекта лекций /Ср/	6	2		Л1.4	
	Раздел 2. Тема 2					
2.1	Статистическое регулирование технологического процесса /Тема/	6	0			
2.2	Определение статистическими методами значений показателей точности и стабильности технологического процесса. Определение закономерностей протекания ТП во времени Диагностика технологического оборудования /Лек/	6	4		Л1.1	
2.3	Исследование точности и стабильности технологических процессов изготовления элементов КА и систем /Лаб/	6	4		Л3.5	Зачет
2.4	Изучение конспекта лекций. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета /Ср/	6	8		Л1.1	
	Раздел 3. Тема 3					
3.1	Методы и средства контроля параметров технологических операций в производстве РЭС /Тема/	6	0			

3.2	Контроль распределения температурных полей. Контактные и бесконтактные (пирометрические) методы измерения температуры. Тепловизоры. Жидкостные, dilatометрические, манометрические термометры. Электрические методы измерения температуры. Термоэлектрические преобразователи (термопары). Радиационные и яркостные пирометры. Термоиндикаторы, люминисцентные и жидкокристаллические индикаторы. Перспективные направления в разработке датчиков температуры. Методы и средства контроля давления. Принципы работы и конструкция датчиков давления. Полупроводниковые тензодатчики. Манометры. Способы измерения низких и сверхнизких давлений. Вакуумметры. Методы контроля расхода жидкостей и газов. Мембранные и сегментные расходомеры. Ротаметры. Тахометрические расходомеры. Измерение расхода вязких и агрессивных жидкостей и газов. Перспективы развития методов измерения расхода жидкостей, газов и сыпучих веществ. Методы и средства контроля уровня жидких и сыпучих веществ. Основные проблемы измерения объема и уровня. Гидростатические, емкостные, буйковые, радиоизотопные, ультразвуковые и др. уровнемеры. Перспективные методы измерения уровня. Газоанализаторы. Принципы определения компонентов газовых смесей и измерения их концентрации. Кислородомеры. Тепловые, химические, хроматографические, диффузионные и др. газоанализаторы. Преобразователи приборов для анализа газовых смесей. Методы анализа растворов. Солемеры. РН-метры. Люминисцентный и спектральный анализы. Контроль прозрачности растворов. Контроль влажности газов, твердых и сыпучих веществ. Физические принципы измерения влажности. Конструкция датчиков влагомеров различных типов. Проблемы измерения влажности твердых и сыпучих веществ. Контроль влажности тонких диэлектрических и электро-проводящих пленок. /Лек/	6	4		Л1.11 Л1.3 Л1.1	
3.3	Изучение технологического процесса изготовления печатных плат /Лаб/	6	4		Л3.1	Зачет
3.4	Имитационное моделирование и параметрическая оптимизация операции технологического процесса изготовления элементов КА и систем /Лаб/	6	4		Л3.4 Л3.5	Зачет
3.5	Изучение конспекта лекций Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчетов. /Ср/	6	20		Л1.1 Л1.1	
	Раздел 4. тема 4					
4.1	Датчики и преобразователи контрольно-измерительной аппаратуры /Тема/	6	0			

4.2	Способы передачи данных. Стандарты передаваемых сигналов. Физические основы преобразования неэлектрических параметров в электрические величины. Требования к преобразователям и их чувствительным элементам. Нормирующие измерительные преобразователи. Дифференциально-трансформаторные преобразователи. Преобразователи с магнитной компенсацией. Ферродинамические преобразователи. Электросиловые преобразователи /Лек/	6	2		Л1.11 Л1.1 Л1.1	
4.3	Изучение конспекта лекций /Ср/	6	5			
	Раздел 5. тема 5					
5.1	Особенности ТП производства элементов КА и систем как объектов диагностирования /Тема/	6	0			
5.2	Анализ дефектов, возникающих в процессе изготовления элементов КА. Классы неисправностей. Классы диагностируемых объектов. Уровни представления объектов диагностирования /Лек/	6	4		Л1.1 Л1.8 Л1.10	
5.3	Изучение конспекта лекций, методических указаний /Ср/	6	6			
	Раздел 6. тема 6					
6.1	Структурное и поэлементное диагностирование /Тема/	6	0			
6.2	Структурное (функциональное) диагностирование. Поэлементное диагностирование. Те-стирование. Контрольные точки и контрольные гнезда. Алгоритмы проверки работоспособности и поиска неисправностей ЭС. Функциональная модель объекта диагностики. Таблица состояний. Функции предпочтения. Критерии /Лек/	6	4		Л1.2	
6.3	Тестовое диагностирование цифровых и аналоговых устройств /Пр/	6	2		Л3.2 Л3.6	
6.4	Изучение конспекта лекций. Подготовка и выполнение ПЗ /Ср/	6	4			
	Раздел 7. тема 7					
7.1	Статистические методы регулирования точности и стабильности технологических процессов /Тема/	6	0			
7.2	Имитационное моделирование и параметрическая оптимизация операции технологических процессов изготовления элементов КА Диагностика элементов. Алгоритмы диагностирования пассивных элементов. Формально-аналитическая модель системы диагностирования. Таблица и словари дефектов. Условные и безусловные алгоритмы диагностики. Алгоритмы диагностики активных элементов КА. Бинарные проверки. Объединенный словарь дефектов. Методы защиты электрорадиоэлементов при поэлементном диагностировании /Лек/	6	2		Л1.5 Л1.9	
7.3	Создание тестов методом активизации «суущественных» путей /Пр/	6	2		Л3.3 Л3.4	

7.4	Создание тестов с помощью эквивалентных нормальных форм /Пр/	6	2		ЛЗ.3	
7.5	Синтез тестов с помощью D-алгоритма /Пр/	6	2		ЛЗ.3	
7.6	Методы оптимизации процесса регулирования радиоаппаратуры /Лаб/	6	4		ЛЗ.7	Зачет
7.7	Изучение конспекта лекций. Подготовка и выполнение ПЗ, ЛР. Изучение методических указаний /Ср/	6	20			
	Раздел 8. тема 8					
8.1	Основные направления развития теории точности и стабильности ТП производства элементов КА и систем /Тема/	6	0			
8.2	«Управляемость» и «наблюдаемость» элементов ТП. Тестопригодное проектирование технологических операций. Встроенное диагностирование. Самопроверяющие системы встроенного контроля стабильности технологических процессов производства элементов КА и систем /Лек/	6	2		Л1.6 Л1.7	
8.3	Изучение конспекта лекций /Ср/	6	2			
	Раздел 9. экзамен					
9.1	экзамен /Тема/	6	0			
9.2	экзамен /Экзамен/	6	26,65			оценка по пятибалльной системе
9.3	Консультация перед экзаменом /Кнс/	6	2			
9.4	Индивидуальная работа /ИКР/	6	0,35			

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Оценочные материалы приведены в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Оценочные материалы по дисциплине Методы стабильности технологических процессов»)

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.1	Сажин С.Г.	Средства автоматического контроля технологических параметров : учеб.	СПб.: Лань, 2014, 361с.	978-5-8114-1644-8, 1
Л1.2	Кочеткова Т. П., Никитин М. А., Кочетков А. Н., Голикова В. В.	Технические измерения	Санкт-Петербург: БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2019, 77 с.	, https://e.lanbook.com/book/157110
Л1.3		Ультразвуковая и функциональная диагностика	, 2001,	1607-0771, http://www.iprbookshop.ru/7260.html

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.4	Синопальников В.А., Григорьев С.Н.	Надежность и диагностика технологических систем : Учеб.для вузов	М.:Выш.шк., 2005, 343с.	5-06-004422-X, 1
Л1.5	Шинкоренко Е. В.	Технические измерения и приборы. Часть I : учебное пособие	Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2009, 68 с.	978-5-7782-1171-1, http://www.iprbookshop.ru/45449.html
Л1.6	Солодов В. С., Калитёнков Н. В.	Техническая диагностика радиооборудования и средств автоматики : учебное пособие	Санкт-Петербург: Лань, 2019, 156 с.	978-5-8114-3737-5, https://e.lanbook.com/book/123673
Л1.7	А.К. Мусолин	Технические измерения и приборы : Учебное пособие	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2004,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/169
Л1.8	Глудкин О.П.	Методы и устройства испытаний РЭС и ЭВС : Учеб.для вузов	М.:Выш.шк., 1991, 336с.	5-06-001891-1, 1
Л1.9	Колесников Г.С., Прохоров А.Г.	Имитационное моделирование систем : Учеб.пособие	М., 1990, 96с	5-230-12039-8, 1
Л1.10	Лихтциндер Б.Я.	Внутрисхемное диагностирование узлов радиоэлектронной аппаратуры	Киев:Тэхника, 1989, 168с.	5-335-00166-6, 1
Л1.11	Геурков В.Л.	Самодиагностирование микропроцессорных аналого-цифровых преобразователей параметров комплексных величин : Автореферат	М., 1993, 22с.	, 1
Л1.12	Горин В.С.	Контроль и диагностика технологических процессов : метод. указ. к курс. работе	Рязань, 2015, 20с.	, 1
Л1.13	Рыжиков Ю.И.	Имитационное моделирование.Теория и технологии	М.:Альтекс-А;СПб.:КОРОНА принт, 2004, 384с.	5-94271-021-X,5-7931-0278-7, 1
6.1.3. Методические разработки				
№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л3.1	Горин В.С.	Исследование методов контроля многослойных печатных плат : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2016,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/589

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
ЛЗ.2	Горин В.С.	Исследование методов тестового диагностирования топологии печатных плат в технологическом процессе производства электронной аппаратуры : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2010,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/729
ЛЗ.3	Горин В.С.	Методы создания тестов для контроля и диагностики цифровых узлов РЭС : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2018,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/1822
ЛЗ.4	Горин В.С.	Контроль и диагностика технологических процессов : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2015,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/2163
ЛЗ.5	Горин В.С.	Исследование качества технологических процессов производства ЭС статистическими методами : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2007,	, https://elib.rsreu.ru/ebs/download/2165
ЛЗ.6	Горин В.С.	Исследование методов контроля технологии РЭС : Метод.указ.к лаб.работам	Рязань, 1994, 24с	, 1
ЛЗ.7	Горин В.С.	Исследование методов контроля технологии РЭС : Метод.указ.к лаб.работам	Рязань, 1994, 24с	, 1

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	Сурина Н.В. САПР технологических процессов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.В. Сурина. — Электрон. текстовые данные. — М. : Издательский Дом МИСиС, 2016. — 104 с.
Э2	Сперанский Д.В. Моделирование, тестирование и диагностика цифровых устройств [Электронный ресурс] / Д.В. Сперанский, Ю.А. Скобцов, В.Ю. Скобцов. — Электрон. текстовые данные. — М. : Интернет-Университет Информационных Технологий (ИНТУИТ), 2016
Э3	Сажин, С.Г. Средства автоматического контроля технологических параметров [Электрон-ный ресурс] : учебник / С.Г. Сажин. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 368 с.

6.3 Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

6.3.1 Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

Наименование	Описание
Операционная система Windows	Коммерческая лицензия
LibreOffice	Свободное ПО
FreeCAD	Свободное ПО

6.3.2 Перечень информационных справочных систем

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

1	128 учебно-административный корпус. учебная аудитория для прове-дения учебных занятий Специализированная мебель (24 посадочных мест), магнитно-маркерная доска, мультимедиа проектор (Ben-Q), 1 экран, звуковые колонки. ПК: AMD A10-6700/8Gb – 10 шт., AMD A10 PRO-7800B/8Gb – 4 шт., Intel i3-2120/8Gb – 1 шт., Intel 2 Duo E7200/6Gb – 1 шт. Возможность подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду РГРТУ
---	---

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

ПОДПИСАНО

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Корячко Вячеслав

26.09.23 16:41 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Корячко Вячеслав

26.09.23 16:41 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Корячко Вячеслав

26.09.23 16:41 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Корячко Вячеслав

26.09.23 16:41 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Корячко Вячеслав

26.09.23 16:41 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Корячко Вячеслав

26.09.23 16:41 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Корячко Вячеслав

26.09.23 16:41 (MSK)

Простая подпись

ПОДПИСАНО

ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ, Корячко Вячеслав

26.09.23 16:41 (MSK)

Простая подпись

ПРОРЕКТОРОМ ПО УР

Вячеславович, Проректор по учебной работе

26.09.23 16:41 (MSK)

Простая подпись