

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

Методы стабильности технологических процессов
рабочая программа дисциплины (модуля)

Закреплена за кафедрой **Систем автоматизированного проектирования вычислительных средств**

Учебный план 11.03.03_24_00.plx
11.03.03 Конструирование и технология электронных средств

Квалификация **бакалавр**

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **3 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	0,25	0,25	0,25	0,25
Итого ауд.	48,25	48,25	48,25	48,25
Контактная работа	48,25	48,25	48,25	48,25
Сам. работа	51	51	51	51
Часы на контроль	8,75	8,75	8,75	8,75
Итого	108	108	108	108

г. Рязань

Программу составил(и):

к.т.н., доц., Горин Валентин Сергеевич

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 26.01.2024 протокол № 8.

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Систем автоматизированного проектирования вычислительных средств

Протокол от 05.06.2024 г. № 8

Срок действия программы: 2024-2028 уч.г.

Зав. кафедрой Корячко Вячеслав Петрович

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 _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2026-2027 учебном году на заседании кафедры
Систем автоматизированного проектирования вычислительных средств

Протокол от ____ 2026 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2027-2028 учебном году на заседании кафедры
Систем автоматизированного проектирования вычислительных средств

Протокол от ____ 2027 г. № ____

Зав. кафедрой _____

Визирование РПД для исполнения в очередном учебном году

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для
исполнения в 2028-2029 учебном году на заседании кафедры

Систем автоматизированного проектирования вычислительных средств

Протокол от ____ 2028 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:	
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 стабильного качества продукции с целью освоения и внедрения новых технологических процессов контроля и диагностики при производстве КА и систем
3.2	Уметь:
3.2.1	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
3.3	Владеть:
3.3.1	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

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)						
Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	Литература	Форма контроля
	Раздел 1. Тема 1					
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		Л1.5	Проверка конспектов
1.3	Изучение конспекта лекций /Ср/	6	2		Л1.5	
	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		Л1.9	Проверка конспектов
2.3	Исследование точности и стабильности технологических процессов изготовления элементов КА и систем /Лаб/	6	4		Л3.5	Защита лабораторной работы
2.4	Изучение конспекта лекций. Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчета /Ср/	6	8		Л1.9	
	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, дилатометрические, 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		Л1.2 Л1.4 Л1.11	Проверка конспектов
3.3	Изучение технологического процесса изготовления печатных плат /Лаб/	6	4		ЛЗ.1	Защита лабораторной работы
3.4	Имитационное моделирование и параметрическая оптимизация операции технологического процесса изготовления элементов КА и систем /Лаб/	6	4		ЛЗ.4 ЛЗ.5	Защита лабораторной работы
3.5	Изучение конспекта лекций Подготовка к ЛР. Подготовка к сдаче ЛР, оформление отчетов. /Ср/	6	14		Л1.9 Л1.11	
	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		Л1.2 Л1.9 Л1.11	Проверка конспектов
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 Л1.10 Л1.13	Проверка конспектов
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		Л1.3	Проверка конспектов
6.3	Тестовое диагностирование цифровых и аналоговых устройств /Пр/	6	2		Л3.2 Л3.6	Защита практической работы
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		Л1.6 Л1.12	Проверка конспектов

7.3	Создание тестов методом активизации «существенных» путей /Пр/	6	2		ЛЗ.3 ЛЗ.4	Защита практической работы
7.4	Создание тестов с помощью эквивалентных нормальных форм /Пр/	6	2		ЛЗ.3	Защита практической работы
7.5	Синтез тестов с помощью D-алгоритма /Пр/	6	2		ЛЗ.3	Защита практической работы
7.6	Методы оптимизации процесса регулировки радиоаппаратуры /Лаб/	6	4		ЛЗ.7	Защита лабораторной работы
7.7	Изучение конспекта лекций. Подготовка и выполнение ПЗ, ЛР. Изучение методических указаний /Ср/	6	10			
	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		Л1.7 Л1.8	Проверка конспектов
8.3	Изучение конспекта лекций /Ср/	6	2			
	Раздел 9. Итоговая аттестация					
9.1	Итоговая аттестация /Тема/	6	0			
9.2	Подготовка к зачету /Зачёт/	6	8,75			
9.3	Сдача зачета /ИКР/	6	0,25			

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		Ультразвуковая и функциональная диагностика	, 2001,	1607-0771, http://www.iprbookshop.ru/7260.html
Л1.2	Горин В.С.	Контроль и диагностика технологических процессов : метод. указ. к курс. работе	Рязань, 2015, 20с.	, 1

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
Л1.3	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
Л1.4	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
Л1.5	Синопальников В.А., Григорьев С.Н.	Надежность и диагностика технологических систем : Учеб. для вузов	М.:Высш.шк., 2005, 343с.	5-06-004422-X, 1
Л1.6	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
Л1.7	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
Л1.8	А.К. Мусолин	Технические измерения и приборы : Учебное пособие	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2004,	, https://elib.rsr.eu.ru/ebs/download/169
Л1.9	Глудкин О.П.	Методы и устройства испытаний РЭС и ЭВС : Учеб. для вузов	М.:Высш.шк., 1991, 336с.	5-06-001891-1, 1
Л1.10	Колесников Г.С., Прохоров А.Г.	Имитационное моделирование систем : Учеб. пособие	М., 1990, 96с	5-230-12039-8, 1
Л1.11	Лихтциндер Б.Я.	Внутрисхемное диагностирование узлов радиоэлектронной аппаратуры	Киев:Тэхника, 1989, 168с.	5-335-00166-6, 1
Л1.12	Геурков В.Л.	Самодиагностирование микропроцессорных аналого-цифровых преобразователей параметров комплексных величин : Автореферат	М., 1993, 22с.	, 1
Л1.13	Сажин С.Г.	Средства автоматического контроля технологических параметров : учеб.	СПб.: Лань, 2014, 361с.	978-5-8114-1644-8, 1
6.1.3. Методические разработки				

№	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Количество/название ЭБС
ЛЗ.1	Горин В.С.	Исследование методов контроля многослойных печатных плат : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2016,	, https://elib.rsr.eu.ru/ebs/download/589
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.rsr.eu.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.rsr.eu.ru/ebs/download/1822
ЛЗ.4	Горин В.С.	Контроль и диагностика технологических процессов : Методические указания	Рязань: РИЦ РГРТУ, 2015,	, https://elib.rsr.eu.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.rsr.eu.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 [Электронный 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 проведения 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
---	---

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)
Методическое обеспечение дисциплины приведено в приложении к рабочей программе дисциплины (см. документ «Методическое обеспечение дисциплины «Методы стабильности технологических процессов»).

Оператор ЭДО ООО "Компания "Тензор"			
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ			
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ КАФЕДРЫ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Корячко Вячеслав Петрович, Заведующий кафедрой САПР	28.06.24 11:19 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО ЗАВЕДУЮЩИМ ВЫПУСКАЮЩЕЙ КАФЕДРЫ	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Корячко Вячеслав Петрович, Заведующий кафедрой САПР	28.06.24 11:19 (MSK)	Простая подпись
ПОДПИСАНО НАЧАЛЬНИКОМ УРОП	ФГБОУ ВО "РГРТУ", РГРТУ , Ерзылёва Анна Александровна, Начальник УРОП	01.07.24 09:22 (MSK)	Простая подпись