МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Моделирование и оптимизация технологических процессов РЭС

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль): **Технология электронных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **РЭТЭМ, Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга**
Курс: **4**
Семестр: **7**
Учебный план набора 2013 года

Распределение рабочего времени

№	Виды учебной деятельности	7 семестр	Всего	Единицы
1	Лекции	36	36	часов
2	Практические занятия	36	36	часов
3	Лабораторные занятия	16	16	часов
4	Всего аудиторных занятий	88	88	часов
5	Самостоятельная работа	92	92	часов
6	Всего (без экзамена)	180	180	часов
7	Подготовка и сдача экзамена	36	36	часов
8	Общая трудоемкость	216	216	часов
		6.0	6.0	З.Е

Экзамен: 7 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 2467

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
протокол № 46 от «29» 8 2016 г.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки (специальности) 11.03.03 Конструирование и технология электронных средств, утвержденного 2015-11-12 года, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры «___» _____ 20__ года, протокол №_____.

Разработчики:

профессор кафедра РЭТЭМ	_____	Смирнов Г. В.
Заведующий обеспечивающей каф. РЭТЭМ	_____	Туев В. И.

Рабочая программа согласована с факультетом, профилирующей и выпускающей кафедрами направления подготовки (специальности).

Декан РКФ	_____	Озеркин Д. В.
Заведующий выпускающей каф. РЭТЭМ	_____	Туев В. И.

Эксперты:

профессор Кафедра РЭТЭМ	_____	Карташев А. Г.
доцент кафедра РЭТЭМ	_____	Христюков В. Г.

Согласована на портале № 2467

1. Цели и задачи дисциплины

1.1. Цели дисциплины

Предметом изучения являются методы моделирования и оптимизации технологи-ческих процессов производства РЭС.

Целью преподавания дисциплины является обучение студентов знаниям и практиче-ским навыкам по составлению математических моделей технологических процессов произ-водства РЭС и оптимизации их режимов для повышении эффективности производства и качества выпускаемой продукции.

Основными задачами изучения курса «Моделирование и оптимизация технологических процессов ЭС» являются:

-привитие студентам знаний в области анализа и синтеза сложных стохастических процессов;

-обучение студентов умению создания математических моделей разнообразных технологических процессов;

-использования математических моделей для моделирования и оптимизации разнообразных технологий и конструкций, а также для их применения в процессах управления производством.

1.2. Задачи дисциплины

– Основной задачей изучения дисциплины является привитие студентам знаний в об-ласти анализа и синтеза сложных стохастических процессов, обучение их умению создания математических моделей разнообразных технологических процессов и использования этих моделей для моделирования и оптимизации разнообразных технологий и конструкций, а также для применения этих моделей в процессах управления производством.

–

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Моделирование и оптимизация технологических процессов РЭС» (Б1.В.ДВ.6.1) относится к блоку 1 (вариативная часть).

Предшествующими дисциплинами, формирующими начальные знания, являются следующие дисциплины: Автоматизированное проектирование РЭС, Введение в профессию, Моделирование процессов и объектов (ГПО2), Основы конструирования электронных средств, Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности, Технология производства электронных средств.

Последующими дисциплинами являются: .

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– ОПК-1 способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;

В результате изучения дисциплины студент должен:

– **знать** методы моделировать объектов и процессов, стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования; методы корреляционного и регрессионного анализа для выявления тесноты взаимосвязей различных технологических факторов и построения математического описания технологических процессов; теорию планирования экспериментов; оптимизацию технологических процессов поисковыми методами; методы физического моделирования на основе аналогий различных физических моделей; теорию подобия; методы численного моделирования

– **уметь** моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования; выявить технологические факторы, влияющие на выбранный технологический процесс, выбрать критерии качества процесса и установить тесноту взаимосвязи технологических параметров; создавать математические модели технологических процессов с помощью регрессионного анализа и планирования экспериментов; ставить задачи оптимизации ТП и использовать для их решения поисковые методы; проводить

Согласована на портале № 2467

физическое моделирование и использовать в моделировании аналогии различных физических явлений; определять критерии подобия и использовать их для решения задач технологии РЭС.

– **владеть** способностью моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования; приемами планирования исследований сложных стохастических процессов; навыками практического применения полученных знаний для статистического анализа полученных результатов; приемами проведения корреляционного анализа и составления регрессивных моделей сложных стохастических процессов; навыками по моделированию и оптимизации реальных технологических процессов производства РЭС

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6.0 зачетных единицы и представлена в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		7 семестр
Аудиторные занятия (всего)	88	88
Лекции	36	36
Практические занятия	36	36
Лабораторные занятия	16	16
Самостоятельная работа (всего)	92	92
Оформление отчетов по лабораторным работам	30	30
Проработка лекционного материала	26	26
Подготовка к практическим занятиям, семинарам	36	36
Всего (без экзамена)	180	180
Подготовка и сдача экзамена	36	36
Общая трудоемкость час	216	216
Зачетные Единицы Трудоемкости	6.0	6.0

5. Содержание дисциплины

5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Разделы дисциплины и виды занятий приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы дисциплины и виды занятий

№	Названия разделов дисциплины	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	Всего часов (без экзамена)	Формируемые компетенции
1	Основы теории подобия. Виды регрессий.	12	12	4	30	58	ОПК-1
2	Построение множественной регрессии методом Брандона. Планирование экспериментов. Активный эксперимент.	12	12	8	34	66	ОПК-1

Согласована на портале № 2467

3	Методы оптимизации. Планы второго порядка. Композиционные планы Бокса. Рототабельные центральные композиционные планы. Некоторые сведения о D- оптимальных планах.	12	12	4	28	56	ОПК-1
	Итого	36	36	16	92	180	

5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

Содержание разделов дисциплин (по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 - Содержание разделов дисциплин (по лекциям)

Названия разделов	Содержание разделов дисциплины по лекциям	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Основы теории подобия. Виды регрессий.	Основы теории подобия. Геометрическое подобие. Общее аффинное преобразование. Типы моделирующих систем. Основы регрессионного анализа. Метод наименьших квадратов. Линейная регрессия от одного параметра. Виды регрессии. Параболическая регрессия. Трансцендентные регрессии. Представление регрессивного анализа в матричной форме. Примеры. Основы корреляционного анализа. Корреляционное отношение. Коэффициент линейной корреляции. Метод множественной корреляции.	12	ОПК-1
	Итого	12	
2 Построение множественной регрессии методом Брандона. Планирование экспериментов. Активный эксперимент.	Построение множественной регрессии методом Брандона. Планирование экспериментов Активный эксперимент. План 2К. Примеры.Дробные реплики. Генерирующее соотношение. Определяющий контраст. Разрешающая способность дробной реплики. Полуреплики. Реплики более высокой степени дробности. Примеры.	12	ОПК-1
	Итого	12	
3 Методы оптимизации. Планы второго порядка. Композиционные планы Бокса. Рототабельные центральные композиционные планы. Некоторые сведения о D-оптимальных планах.	Поисковые методы оптимизации. Поисковые методы оптимизации. Сходимость алгоритмов поиска. Зада-ча поискового оптимума. Оптимизация методом кру-того восхождения. Методы покоординатного спуска (подъема). Методы, основанные на сопряженных на-правлениях. Примеры.Симплексные методы	12	ОПК-1

Согласована на портале № 2467

	оптимизации.Понятие симплекса. Матрица симплекса. К-мерные симплексы. Примеры..Планы второго порядка. Композиционные планы Бокса. Рототабельные центральные композиционные планы. Некоторые сведения о D- оптимальных пла-нах.		
	Итого	12	
Итого за семестр		36	

5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами представ-лены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи

№	Наименование дисциплин	№ разделов данной дисциплины, для которых необходимо изучение обеспечивающих и обеспечиваемых дисциплин		
		1	2	3
Предшествующие дисциплины				
1	Автоматизированное проектирование РЭС	+	+	+
2	Введение в профессию	+	+	+
3	Моделирование процессов и объектов (ГПО2)	+	+	+
4	Основы конструирования электронных средств	+	+	+
5	Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности	+	+	+
6	Технология производства электронных средств	+	+	+

5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий представлено в таблице 5.4

Таблица 5. 4 – Соответствие компетенций и видов занятий, формируемых при изучении дисциплины

Компетенции	Виды занятий				Формы контроля
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа	
ОПК-1	+	+	+	+	Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Тест

6. Интерактивные методы и формы организации обучения

Не предусмотрено РУП

Согласована на портале № 2467

7. Лабораторный практикум

Содержание лабораторных работ приведено в таблице 7.1.

Таблица 7. 1 – Содержание лабораторных работ

Названия разделов	Содержание лабораторных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Основы теории подобия. Виды регрессий.	Корреляционный анализ зависимо-сти погрешности контроля протя-женности дефектов в изоляции об-моточных проводов от параметров режимов контроля.	4	ОПК-1
	Итого	4	
2 Построение множественной регрессии методом Брандона. Планирование экспериментов. Активный эксперимент.	Построение методом наименьших квадратов математической модели погрешности контроля протяженно-сти дефектов в изоляции обмоточных проводов от параметров режимов контроля.	4	ОПК-1
	Построение методом Брандона модели погрешности контроля протяженности дефектов в изоляции обмоточных проводов от параметров режимов контроля.	4	
	Итого	8	
3 Методы оптимизации. Планы второго порядка. Композиционные планы Бокса. Рототабельные центральные композиционные планы. Некоторые сведения о D-оптимальных планах.	Оптимизация ТП пропитки намо-точных изделий РЭА методом крутого восхождения	4	ОПК-1
	Итого	4	
Итого за семестр		16	

8. Практические занятия

Содержание практических работ приведено в таблице 8.1.

Таблица 8. 1 – Содержание практических работ

Названия разделов	Содержание практических занятий	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
7 семестр			
1 Основы теории подобия. Виды регрессий.	Аффинные преобразования.	4	ОПК-1
	Построение вариационных рядов, эмпирических функций распределения и эмпирические плотности распределения.	4	

Согласована на портале № 2467

	Расчет коэффициентов корреляции параметров.	4	
	Итого	12	
2 Построение множественной регрессии методом Брандона. Планирование экспериментов. Активный эксперимент.	Планирование экспериментов Активный эксперимент. План 2К. Примеры.	4	ОПК-1
	Дробные реплики. Примеры.	4	
	Построение множественной регрессии методом Брандона.	4	
	Итого	12	
3 Методы оптимизации. Планы второго порядка. Композиционные планы Бокса. Рототабельные центральные композиционные планы. Некоторые сведения о D-оптимальных планах.	Оптимизация методом крутого восхождения (спуска).	4	ОПК-1
	Симплексные методы оптимиза-ции.	4	
	Планы второго порядка. Композиционные планы Бокса.	4	
	Итого	12	
Итого за семестр		36	

9. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 9.1.

Таблица 9.1 - Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
7 семестр				
1 Основы теории подобия. Виды регрессий.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ОПК-1	Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	8		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	10		
	Итого	30		
2 Построение множественной регрессии методом Брандона. Планирование экспериментов. Активный эксперимент.	Подготовка к практическим занятиям, семинарам	12	ОПК-1	Защита отчета, Отчет по лабораторной работе, Тест
	Проработка лекционного материала	12		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	10		
	Итого	34		
3 Методы оптимизации. Планы второго порядка.	Подготовка к практическим занятиям,	12	ОПК-1	Защита отчета, Отчет по лабораторной работе,

Согласована на портале № 2467

Композиционные планы Бокса. Рототабельные центральные композиционные планы. Некоторые сведения о D-оптимальных планах.	семинарам			Тест
	Проработка лекционного материала	6		
	Оформление отчетов по лабораторным работам	10		
	Итого	28		
Итого за семестр		92		
	Подготовка к экзамену	36		Экзамен
Итого		128		

9.1. Вопросы на проработку лекционного материала

1. Понятие о матрицах. Информационная матрица Фишера.
2. Регрессионный анализ в матричной фоме

10. Курсовая работа

Не предусмотрено РУП

11. Рейтинговая система для оценки успеваемости студентов

11.1. Балльные оценки для элементов контроля

Таблица 11.1 – Бальные оценки для элементов контроля

Элементы учебной деятельности	Максимальный балл на 1-ую КТ с начала семестра	Максимальный балл за период между 1КТ и 2КТ	Максимальный балл за период между 2КТ и на конец семестра	Всего за семестр
7 семестр				
Защита отчета	6	6	6	18
Отчет по лабораторной работе	7	7	8	22
Тест	10	10	10	30
Итого максимум за период	23	23	24	70
Экзамен				30
Нарастающим итогом	23	46	70	100

11.2. Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Пересчет баллов в оценки за контрольные точки представлен в таблице 11.2.

Таблица 11. 2 – Пересчет баллов в оценки за контрольные точки

Баллы на дату контрольной точки	Оценка
≥ 90% от максимальной суммы баллов на дату КТ	5
От 70% до 89% от максимальной суммы баллов на дату КТ	4
От 60% до 69% от максимальной суммы баллов на дату КТ	3
< 60% от максимальной суммы баллов на дату КТ	2

11.3. Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку представлен в таблице 11.3.

Таблица 11. 3 – Пересчет суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов,	Оценка (ECTS)

Согласована на портале № 2467

	учитывает успешно сданный экзамен	
5 (отлично) (зачтено)	90 - 100	A (отлично)
4 (хорошо) (зачтено)	85 - 89	B (очень хорошо)
	75 - 84	C (хорошо)
	70 - 74	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно) (зачтено)	65 - 69	
	60 - 64	E (посредственно)
2 (неудовлетворительно) (не зачтено)	Ниже 60 баллов	F (неудовлетворительно)

12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

12.1. Основная литература

1. Несмелова, Н. Н. Многомерные методы исследования биологических систем : монография / Н. Н. Несмелова, Е. Г. Незнамова, Г. В. Смирнов ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск), Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга. - Томск : ТУСУР, 2007. - 178 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)

2. Серафинович, Лев Платонович. Планирование эксперимента : учебное пособие / Л. П. Серафинович ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем. - Томск : В-Спектр, 2006. - 128 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 134 экз.)

3. Смирнов, Г. В. Моделирование и оптимизация объектов и процессов: Учебное пособие для магистрантов [Электронный ресурс] / Смирнов Г. В. — Томск: ТУСУР, 2016. — 216 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6495 [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/6495

12.2. Дополнительная литература

1. Серафинович, Лев Платонович. Планирование эксперимента [Текст] : учебное пособие / Л. П. Серафинович ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск), Кафедра комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем. - 3-е изд., перераб. и доп. - Томск : В-Спектр, 2012. - 128 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

2. Ансельм, А.И. Основы статистической физики и термодинамики. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2007. — 448 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/692 — Загл. с экрана. [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/book/692

12.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Моделирование и оптимизация технологических процессов РЭС: Учебное методическое пособие / Смирнов Г. В., Смирнов Д. Г. – 2012. 99 с. (содержит описания лабораторных и практических работ, методические указания по самостоятельной работе студентов) [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/1795, свободный.

2. Статистические методы обработки: Учебное методическое пособие / Смирнов Г. В. – 2012. 107 с. (содержит описания практических работ и указания по самостоятельной работе студентов) [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/1791, свободный.

3. Смирнов Г. В., Моделирование и оптимизация технологических процессов производства электронных систем: Учебно-методическое пособие по практическим и лабораторным работам для бакалавров и магистрантов [Электронный ресурс] / Смирнов Г. В. — Томск: ТУСУР, 2016. — 25 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6239. [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/6239

Согласована на портале № 2467

12.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. MatLab, MatCad

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины

компьютер, мультимедийный проектор, плазменный экран.

14. Фонд оценочных средств

Фонд оценочных средств приведен в приложении 1.

15. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Без рекомендаций.

Согласована на портале № 2467

Приложение 1

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
_____ П. Е. Троян
«___» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Моделирование и оптимизация технологических процессов РЭС

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки (специальность): **11.03.03 Конструирование и технология электронных средств**
Направленность (профиль): **Технология электронных средств**
Форма обучения: **очная**
Факультет: **РКФ, Радиоконструкторский факультет**
Кафедра: **РЭТЭМ, Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга**
Курс: **4**
Семестр: **7**

Учебный план набора 2013 года

Разработчики:
- профессор кафедра РЭТЭМ Смирнов Г. В.

Экзамен: 7 семестр

Томск 2016

Согласована на портале № 2467

1. Введение

Фонд оценочных средств (ФОС) является приложением к рабочей программе дисциплины (практики) и представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения.

ФОС по дисциплине (практике) используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной (практикой) компетенций приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенций
ОПК-1	способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	Должен знать методы моделировать объектов и процессов, стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования; методы корреляционного и регрессионного анализа для выявления тесноты взаимосвязей различных технологических факторов и построения математического описания технологических процессов; теорию планирования экспериментов; оптимизацию технологических процессов поисковыми методами; методы физического моделирования на основе аналогий различных физических моделей; теорию подобия; методы численного моделирования ; Должен уметь моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования; выявить технологические факторы, влияющие на выбранный технологический процесс, выбрать критерии качества процесса и установить тесноту взаимосвязи технологических параметров; создавать математические модели технологических процессов с помощью регрессионного анализа и планирования экспериментов; ставить задачи оптимизации ТП и использовать для их решения поисковые методы; проводить физическое моделирование и использовать в моделировании аналогии различных физических явлений; определять критерии подобия и использовать их для решения задач технологии РЭС. ; Должен владеть способностью моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и

Согласована на портале № 2467

		исследования; приемами планирования исследований сложных стохастических процессов; навыками практического применения полученных знаний для статистического анализа полученных результатов; приемами проведения корреляционного анализа и составления регрессивных моделей сложных стохастических процессов; навыками по моделированию и оптимизации реальных технологических процессов производства РЭС ;

Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Обладает фактическими и теоретическими знаниями в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
Хорошо (базовый уровень)	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспосабливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

2 Реализация компетенций

2.1 Компетенция ОПК-1

ОПК-1: способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики.

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий и используемые средства оценивания представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	методы моделировать объектов и процессов, стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования; методы корреляционного и	моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования; выявить технологические	способностью моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования; приемами

Согласована на портале № 2467

	регрессионного анализа для выявления тесноты взаимосвязей различных технологических факторов и построения математического описания технологических процессов; теорию планирования экспериментов; оптимизацию технологических процессов поисковыми методами; методы физического моделирования на основе аналогий различных физических моделей; теорию подобия; методы численного моделирования; основные положения, законы и методы естественных наук и математики	факторы, влияющие на выбранный технологический процесс, выбрать критерии качества процесса и установить тесноту взаимосвязи технологических параметров; создавать математические модели технологических процессов с помощью регрессионного анализа и планирования экспериментов; ставить задачи оптимизации ТП и использовать для их решения поисковые методы; проводить физическое моделирование и использовать в моделировании аналогии различных физических явлений; определять критерии подобия и использовать их для решения задач технологии РЭС; представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики	планирования исследований сложных стохастических процессов; навыками практического применения полученных знаний для статистического анализа полученных результатов; приемами проведения корреляционного анализа и составления регрессивных моделей сложных стохастических процессов; навыками по моделированию и оптимизации реальных технологических процессов производства РЭС;способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики
Виды занятий	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Практические занятия; • Лабораторные занятия; • Лекции; • Самостоятельная работа; • Подготовка к экзамену;	• Лабораторные занятия; • Самостоятельная работа;
Используемые средства оценивания	• Отчет по лабораторной работе; • Тест; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Тест; • Экзамен;	• Отчет по лабораторной работе; • Экзамен;

Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Согласована на портале № 2467

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции на этапах

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	• методы моделировать объектов и процессов, стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования; методы корреляционного и регрессионного анализа для выявления тесноты взаимосвязей различных технологических факторов и построения математического описания технологических процессов; теорию планирования экспериментов; оптимизацию технологических процессов поисковыми методами; методы физического моделирования на основе аналогий различных физических моделей; теорию подобия; методы численного моделирования; основные положения, законы и методы естественных наук и математики ;	• моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования; выявить технологические факторы, влияющие на выбранный технологический процесс, выбрать критерии качества процесса и установить тесноту взаимосвязи технологических параметров; создавать математические модели технологических процессов с помощью регрессионного анализа и планирования экспериментов; ставить задачи оптимизации ТП и использовать для их решения поисковые методы; проводить физическое моделирование и использовать в моделировании аналогии различных физических явлений; определять критерии подобия и использовать их для решения задач технологии РЭС; представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;	• способностью моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования; приемами планирования исследований сложных стохастических процессов; навыками практического применения полученных знаний для статистического анализа полученных результатов; приемами проведения корреляционного анализа и составления регрессивных моделей сложных стохастических процессов; навыками по моделированию и оптимизации реальных технологических процессов производства РЭС;способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;
Хорошо (базовый уровень)	• методы моделировать объектов и процессов, стандартные пакеты автоматизированного проектирования и	• моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного	• способностью моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного

Согласована на портале № 2467

	исследования; методы корреляционного и регрессионного анализа для выявления тесноты взаимосвязей различных технологических факторов и построения математического описания технологических процессов; основные положения, законы и методы естественных наук и математики ;	проектирования и исследования; выявить технологические факторы, влияющие на выбранный технологический процесс, выбрать критерии качества процесса и установить тесноту взаимосвязи технологических параметров; представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;	проектирования и исследования; приемами планирования исследований сложных стохастических процессов; способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;
Удовлетворительно (пороговый уровень)	• методы моделировать объектов и процессов, стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования; основные положения, законы и методы естественных наук и математики ;	• моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования; представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;	• способностью моделировать объекты и процессы, используя стандартные пакеты автоматизированного проектирования и исследования; способностью представлять адекватную современному уровню знаний научную картину мира на основе знания основных положений, законов и методов естественных наук и математики;

3 Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, в следующем составе.

3.1 Тестовые задания

- Понятие о матрицах. Информационная матрица Фишера.
- Регрессионный анализ в матричной фоме

3.2 Экзаменационные вопросы

- Основы теории подобия. Виды регрессий
- Построение множественной регрессии методом Брандона. Планирование экспериментов
- Методы оптимизации. Планы второго порядка. Композиционные планы Бокса

Согласована на портале № 2467

3.3 Темы лабораторных работ

– Корреляционный анализ зависимо-сти погрешности контроля протя-женности дефектов в изоляции об-моточных проводов от параметров режимов контроля.

– Построение методом наименьших квадратов математической модели погрешности контроля протяженно-сти дефектов в изоляции обмоточных проводов от параметров режимов контроля.

– Построение методом Брандона модели погрешности контроля протяженности дефектов в изоляции обмоточных проводов от параметров режимов контроля.

– Оптимизация ТП пропитки намо-точных изделий РЭА методом крутого восхождения

4 Методические материалы

Для обеспечения процесса обучения и решения задач обучения используются следующие материалы:

– методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы фор-мирования компетенций, согласно п. 12 рабочей программы.

4.1. Основная литература

1. Несмелова, Н. Н. Многомерные методы исследования биологических систем : монография / Н. Н. Несмелова, Е. Г. Незнамова, Г. В. Смирнов ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск), Кафедра радиоэлектронных технологий и экологического мониторинга. - Томск : ТУСУР, 2007. - 178 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 40 экз.)

2. Серафинович, Лев Платонович. Планирование эксперимента : учебное пособие / Л. П. Серафинович ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, Кафедра комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем. - Томск : В-Спектр, 2006. - 128 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 134 экз.)

3. Смирнов, Г. В. Моделирование и оптимизация объектов и процессов: Учебное пособие для магистрантов [Электронный ресурс] / Смирнов Г. В. — Томск: ТУСУР, 2016. — 216 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6495 [Электронный ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/6495

4.2. Дополнительная литература

1. Серафинович, Лев Платонович. Планирование эксперимента [Текст] : учебное пособие / Л. П. Серафинович ; Федеральное агентство по образованию, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск), Кафедра комплексной информационной безопасности электронно-вычислительных систем. - 3-е изд., перераб. и доп. - Томск : В-Спектр, 2012. - 128 с (наличие в библиотеке ТУСУР - 1 экз.)

2. Ансельм, А.И. Основы статистической физики и термодинамики. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2007. — 448 с. — Режим доступа: http://e.lanbook.com/book/692 — Загл. с экрана. [Электронный ресурс]. - http://e.lanbook.com/book/692

4.3. Учебно-методическое пособие и программное обеспечение

1. Моделирование и оптимизация технологических процессов РЭС: Учебное методическое пособие / Смирнов Г. В., Смирнов Д. Г. – 2012. 99 с. (содержит описания лабораторных и практических работ, методические указания по самостоятельной работе студентов) [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/1795, свободный.

2. Статистические методы обработки: Учебное методическое пособие / Смирнов Г. В. – 2012. 107 с. (содержит описания практических работ и указания по самостоятельной работе студентов) [Электронный ресурс] - Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/1791, свободный.

3. Смирнов Г. В., Моделирование и оптимизация технологических процессов производства электронных систем: Учебно-методическое пособие по практическим и лабораторным работам для бакалавров и магистрантов [Электронный ресурс] / Смирнов Г. В. — Томск: ТУСУР, 2016. — 25 с. — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/publications/6239. [Электронный

Согласована на портале № 2467

ресурс]. - https://edu.tusur.ru/publications/6239

4.4. Базы данных, информационно справочные и поисковые системы

1. MatLab, MatCad