

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Владимирский государственный университет
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
(ВлГУ)

Институт информационных технологий и радиоэлектроники
(Наименование института)

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

А.А. Галкин

2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРИБОРОВ И СИСТЕМ

Направление подготовки 12.04.01 Приборостроение

Профиль/программа подготовки «Информационно-измерительные технологии»

Владимир

2021 г.

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целями освоения дисциплины (модуля) является формирование у обучаемого принципов построения и назначения математических моделей процессов, имеющих место в приборах и аппаратах.

- Задачи: изучение основных методов построения математических моделей анализа и оптимизации объектов исследования.
- Изучение методов построения алгоритмов решения задачи.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Математическое моделирование приборов и систем» относится к обязательной части подготовки магистров направления «Приборостроение».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции <i>(код, содержание индикатора)</i>	Результаты обучения по дисциплине	
УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. Анализирует проблемную ситуацию как систему, выявляя ее составляющие и связи между ними УК-1.2. Осуществляет поиск вариантов решения поставленной проблемной ситуации на основе доступных источников информации УК-1.3. Разрабатывает стратегию достижения поставленной цели как последовательность шагов, предвидя результат каждого из них и оценивая их влияние на внешнее окружение планируемой деятельности и на взаимоотношения участников этой деятельности	Знает проблемную ситуацию и выявляет ее составляющие и связи между ними. Проводит критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий. Умеет осуществлять поиск вариантов решения проблемных ситуаций на основе системного подхода. Владеет методами анализа проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий для достижения поставленной цели.	Тестовые вопросы
ОПК-1 Способен представлять современную научную	ОПК-1.1. Представляет современную научную картину мира; ОПК-1.2. Выявляет есте-	Знает и представляет современную научную картину. Умеет формировать	Тестовые вопросы

<p>картину мира, выявлять естественную научную сущность проблемы, формулировать задачи, определять пути их решения и оценивать эффективность выбора и методов правовой защиты результатов интеллектуальной деятельности с учетом специфики научных исследований для создания разнообразных методик, аппаратуры и технологий производства в приборостроении</p>	<p>ественнонаучную сущность проблемы; ОПК-1.3. Формулирует задачи и определяет пути их решения на основе оценки эффективности выбора с учетом специфики научных исследований в сфере обработки, передачи и измерения сигналов различной физической природы в сложных измерительных трактах;</p>	<p>сущность проблемы и формулировать задачи. Владеет методами оценки эффективности выбора пути решения задачи с учетом специфики научных исследований для создания аппаратуры и технологий производства в приборостроении.</p>	
<p>ОПК-3 Способен приобретать и использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач</p>	<p>ОПК-3.1. Приобретает и использует новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий; ОПК-3.2. Предлагает новые идеи и подходы на основе информационных систем и технологий к решению инженерных задач; ОПК-3.3. Применяет современные программные пакеты для создания и редактирования документов и технической документации, компьютерного моделирования, решения задач инженерной графики</p>	<p>Знает возможности информационных систем и технологий в своей предметной области. Умеет использовать новые знания в своей предметной области на основе информационных систем и технологий и предлагать новые идеи. Владеет навыками пользования современными программными пакетами для создания и редактирования документов и технической документации.</p>	<p>Практико-ориентированное задание</p>
<p>ПК-5 Способность построить математические модели анализа и оптимизации объектов исследования, выбрать численные методы их моделирования или разработать новый алгоритм решения задачи</p>		<p>Знает численные методы их моделирования или разработать новый алгоритм решения задачи Умеет выбрать численные методы их моделирования или разработать новый алгоритм решения задачи Владеет навыками построения математических моделей анализа и оптимизации объектов исследования</p>	<p>КР</p>

4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Тематический план форма обучения – очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Введение	1	1					2	
2	Основные понятия моделирования	1	2					2	
3	Формулы с одной постоянной величиной	1	3			2	1		
4	Формулы с двумя постоянными величинами		4					2	
5	Формулы с тремя постоянными величинами	1	5			4		2	Рейтинг контроль № 1
6	Построение моделей с одним неизвестным коэффициентом	1	6				2	2	
7	Построение моделей с двумя неизвестными коэффициентами	1	7			4		6	
8	Построение моделей с тремя неизвестными коэффициентами	1				4		10	
9	Критерий хи-квадрат	1	9, 10				2	8	
10	Статистическая проверка гипотез	1	11, 12					4	Рейтинг контроль № 2
11	Выбор эмпирической формулы. Метод выравнивания	1	13, 14			4		4	
12	Оценка качества построения моделей	1	15, 16				1	4	
13	Метод Монте-Карло	1	17, 18					8	Рейтинг контроль № 3

Всего за 1 семестр:						18		54	Зачет
1	Введение	2	1					2	
2	Моделирование зависимости скорости химической реакции от времени	2	2		2			2	
3	Калориметры	2	3			2		2	
4	Приборы и системы для измерения усилия разрыва материала	2	4		2		1	4	
5	Приборы для измерения атмосферного давления	2	5			4		6	
6	Моделирование физико-химических процессов	2	6		2			4	
7	Приборы для измерения влажности материала	2	7,8			4	2	4	
8	Моделирование зависимости коэффициента теплопроводности от температуры	2	9, 10		2			4	
9	Моделирование физических процессов	2	11, 12				1	4	
10	Моделирование тепловых процессов	2	13, 14		2				
11	Теплоотдача	2	15, 16		4	4	1	4	
12	Приборы для измерения мощности	2	17, 18		4	4			
Всего за 2 семестр:					18	18		36	Экзамен
Наличие в дисциплине КП/КР							КР		
Итого по дисциплине					18	36	КР	90	Зачет, Экзамен

Содержание практических занятий (2 семестр)

Раздел 1. Понятия моделирования.

Тема 1. Графические методы подбора вида формулы, отвечающей опытным данным.

Содержание практического занятия: построение графиков элементарных функций. Описание искомой кривой посредством нескольких элементарных функций.

Раздел 2. Определение неизвестных коэффициентов формулы.

Тема 1. Подбор вида формулы для случая двух переменных.

Содержание практического занятия: вычисление коэффициентов в уравнении вида $y=nx^m$. Подбор формулы с помощью уравнения вида $y=ne^{mx}$.

Тема 2. Подбор вида формулы для случая трех переменных.

Содержание практического занятия: вычисление коэффициентов в уравнении вида $y=mx^{(1/k)} + n$.

Раздел 3. Адекватность модели.

Тема 1. Погрешность вычисления аналитических значений функции.

Содержание практического занятия: вычисление абсолютной и относительной погрешностей.

Тема 2. Применение некоторых приближенных формул.

Содержание практического занятия: приближенное вычисление с помощью функции типа $\sin x = x$, при $x \leq \pi/6$.

Тема 3. Моделирование зависимости теплоотдачи от стенки к кипящей воде.

Содержание практического занятия: вычисление коэффициента теплоотдачи с помощью экспериментальных данных.

Раздел 4. Разработка математических моделей.

Тема 1. Построение модели зависимости сопротивления разрыву синтетического каучука от количества содержания в нем бензола.

Содержание практического занятия: вычисление усилия разрыва с помощью экспериментальных данных.

Тема 2. Разработка модели зависимости содержания влаги в смеси эфира с водой от температуры кипения смеси.

Содержание практического занятия: вычисление количества влаги воды с использованием экспериментальных данных.

Тема 3. Моделирование зависимости коэффициента теплопроводности глицерина от температуры.

Содержание практического занятия: вычисление коэффициента теплопроводности с использованием экспериментальных данных

Тема 4. Разработка модели зависимости коэффициента теплоотдачи металлическая стенка – спокойная вода.

Содержание практического занятия: вычисление коэффициента теплоотдачи в сосуде с нагретой водой.

Тема 5. Разработка модели зависимости времени кипения воды в сосуде от мощности нагревателя.

Содержание практического занятия: определение зависимости времени кипения воды в сосудах с нагревателями разной мощности.

Тема 6. Разработка модели зависимости средней температуры стенки от значений температур на ее концах.

Содержание практического занятия: построение математической модели для вычисления средней температуры стенки нагревательного аппарата.

Содержание лабораторных занятий (1 семестр)

Раздел 1. Формулы с одной постоянной величиной.

Тема 1. Разработка математической модели зависимости высоты столба жидкости в термометре от температуры.

Содержание лабораторного занятия: получение опытных данных в процессе эксперимента и определение зависимости высоты столба жидкости в термометре от температуры.

Тема 2. Построение моделей с одним неизвестным коэффициентом.

Содержание лабораторного занятия: построение на основе опытных данных моделей, описывающих зависимость веса человека от его роста для разных категорий людей.

Тема 3. Построение моделей с двумя неизвестными коэффициентами.

Содержание лабораторного занятия: построение на основе экспериментальных данных модели, определяющей здоровье человека и его физическую работоспособность.

Раздел 3. Выбор эмпирической формулы.

Тема 1. Построение моделей с тремя неизвестными коэффициентами.

Содержание лабораторного занятия: определение зависимости скорости химической реакции от времени.

Тема 2. Определение зависимости коэффициента теплоотдачи.

Содержание лабораторного занятия: определение коэффициента теплоотдачи от стенки электрического чайника к кипящей воде.

Темы лабораторных занятий (2 семестр)

Раздел 1. Моделирование работы приборов для измерения физических величин.

Тема 1. Разработка модели работы уличного термометра в диапазоне отрицательных и положительных температур.

Содержание лабораторного занятия: определение диаметра капиллярной трубки термометра в зависимости от величины его шкалы.

Тема 2. Моделирование зависимости теплоотдачи от стенки к спокойной воде.

Содержание лабораторного занятия: определение коэффициента теплоотдачи стенки электрического чайника к спокойной воде.

Тема 3. Разработка модели зависимости атмосферного давления от высоты над уровнем моря.

Содержание лабораторного занятия: моделирование работы барометра.

Раздел 2. Моделирование зависимости коэффициента теплопроводности от температуры.

Тема 1. Разработка модели зависимости растворимости газа в воде от температуры.

Содержание лабораторного занятия: построение модели, описывающей зависимость количество растворенного газа в воде в зависимости от температуры.

Тема 2. Разработка модели зависимости плотности воздуха от температуры при постоянном давлении 103 кПа.

Содержание лабораторного занятия: построение по опытным данным модели зависимости плотности воздуха (кг/м^3) от его температуры при давлении 103 кПа.

Раздел 3. Измерения мощности.

Тема 1. Определение мощности нагревателя в сосуде.

Содержание лабораторного занятия: разработка модели зависимости времени кипения воды в сосуде от мощности нагревателя.

Тема 2. Разработка модели зависимости содержания влаги в материале от мощности сушильного агрегата.

Содержание лабораторного занятия: определение времени сушки материала в сушильном шкафу.

Темы для курсовой работы (2 семестр)

Тема 1. Моделирование работы пирометра с термопарой Медь – константан.

Тема 2. Моделирование работы пирометра с термопарой Железо – константан.

Тема 3. Моделирование работы пирометра с термопарой Нихром – константан.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

5.1. Текущий контроль успеваемости.

ВОПРОСЫ ДЛЯ РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЯ (1 семестр)

Рейтинг-контроль № 1

1. В чем заключается метод замены переменных для спрямления экспериментальных кривых?
2. Каким образом производится преобразование формул в формулу общего вида?
3. В каких случаях ход изучаемого явления хорошо описывается степенной или показательной функцией?
4. В каких случаях выбор типа эмпирической формулы может быть произведен на основе теоретических представлений о характере изучаемой зависимости?

Рейтинг-контроль № 2

5. В каких случаях выбирают разные масштабы по осям шкалы?
6. Если пределы переменных позволяют, то как рекомендуется выбирать отношение модулей масштабов по осям координат?
7. Почему применение логарифмических шкал на осях координат значительно упрощает построение уравнений определенного вида?
8. В чем заключается сущность средне-арифметического метода?

Рейтинг-контроль № 3

9. В чем заключается сущность метода наименьших квадратов?

10. В чем состоит особенность метода наименьших квадратов?
11. Что такое неоднородность статистики экспериментальных данных?
12. В чем заключается сущность метода Монте-Карло?

ВОПРОСЫ ДЛЯ РЕЙТИНГ-КОНТРОЛЯ

(2 семестр)

Рейтинг-контроль № 1

1. В чем заключается изучение и анализ неизвестной закономерности опытных данных?
2. Каким образом можно приближенно представить зависимость опытных данных?
3. Как удобно производить оценку приближения формулы, описывающей зависимость опытных данных?
4. Определение коэффициентов, входящих в эмпирическую формулу?

Рейтинг-контроль № 2

5. Специальные методы нахождения эмпирических формул для двух переменных.
6. Специальные методы нахождения эмпирических формул для трех переменных.
7. Основные способы построения экспериментальных графиков и отыскания по ним эмпирических формул.
8. Методы измерения температуры.

Рейтинг-контроль № 3

9. Что такое количество теплоты?
10. Что такое теплоемкость?
11. Что такое удельная теплоемкость?
12. Каким образом осуществляется теплообмен между телами?

5.2. Промежуточная аттестация.

Темы для составления вопросов к зачету (1 семестр)

1. Основные понятия моделирования.
2. Построение моделей с одним неизвестным коэффициентом.
3. Построение моделей с двумя неизвестными коэффициентами.
4. Построение моделей с тремя неизвестными коэффициентами
5. Построение неравномерных шкал.
6. Построение модуля логарифмической шкалы.
7. Метод Монте-Карло.
8. Оценка качества построения моделей.
9. Выбор эмпирической формулы. Метод выравнивания.

Экзамен по дисциплине проводится в форме ответов на билеты с вопросами по тематике курса.

Вопросы к экзамену (2 семестр).

1. Приборы и методы для измерения температуры.
2. Приборы и методы для измерения количества тепла.
3. Приборы и системы для измерения усилия разрыва материала.
4. Приборы для измерения атмосферного давления.
5. Моделирование физико-химических процессов.
6. Приборы для измерения влажности материала.
7. Моделирование тепловых процессов.
8. Приборы для измерения мощности.

Темы для составления вопросов к экзамену.

9. Приборы и методы для измерения температуры.
10. Приборы и методы для измерения количества тепла.
11. Приборы и системы для измерения усилия разрыва материала.
12. Приборы для измерения атмосферного давления.
13. Моделирование физико-химических процессов.
14. Приборы для измерения влажности материала.
15. Моделирование тепловых процессов.

16. Приборы для измерения мощности.

Самостоятельная работа обучающегося.

Основные формы самостоятельной работы заключаются в проработке дополнительной литературы, подготовке к лабораторным занятиям, устному опросу и рейтинг-контролю. Контроль за самостоятельной работой студентов осуществляется на консультациях, во время работы на практических и лабораторных занятиях.

Раздел дисциплин	Вид СРС (1 семестр)	Трудоемкость, часов
Основные понятия моделирования	Работа с рекомендуемой литературой	26
Построение моделей с одним и двумя неизвестными коэффициентами	Работа с рекомендуемой литературой	28
Всего		54
Раздел дисциплин	Вид СРС (2 семестр)	Трудоемкость, часов
Построение моделей с тремя неизвестными коэффициентами	Работа с рекомендуемой литературой	18
Моделирование тепловых процессов	Работа с рекомендуемой литературой	18
Всего		36
Итого:		90

Курсовая работа

Цель курсовой работы – закрепление теоретических знаний и практических навыков в разработке и исследовании моделей систем.

Задание на курсовую работу:

1. Провести информационное исследование по теме работы.
2. Установить вид формулы на основе анализа опытных данных.
3. Найти неизвестные коэффициенты математической модели с помощью средне-арифметического метода.
4. Оценить качество полученной модели.
5. Отобразить графически полученную зависимость.
6. Заключение.

Фонд оценочных средств для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
1	2	3
Основная литература		
1. Оленев Е.А. Математическое моделирование приборов и систем: Учебник (Гриф ФУМО) / Владим. гос. ун-т. им. А.Г. и Н.Г.Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2019. – 160 с. ISBN 978-5-9984-1053-6	2019	Есть
2. Советов Б.Я., Яковлев С.Я. Моделирование систем: Учебник для вузов. – М.: "Высшая школа", 2018. – 320 с.	2018	Нет
3. Моделирование информационных систем: Учебное пособие для вузов / О.И. Шелухин. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Гор. линия-Телеком, 2016. - 536 с.: ил.; 60x88 1/16. - (Специальность). (обложка) ISBN 978-5-9912-0193-3, 1000 экз.	2016	Нет
Дополнительная литература		
4. Зиндер Е.З. Проектирование баз данных: новые требования, новые подходы./Е.З. Зиндер. М.: Финансы и статистика, 2015-182 с.	2015	Нет
5. Кобзарь А.И. Прикладная математическая статистика. М.: Физматлит, 2009 -816с.	2009	Нет

6.2 Интернет ресурсы:

1. <http://users.kaluga.ru/math/> - сайт "Компьютерная математика", обзор основных математических пакетов.
2. <http://www.engin.umich.edu/group/ctm/> - учебные материалы по моделированию и исследованию динамических объектов с помощью MatLab (англ.)

Современные профессиональные базы данных
Russian Science Citation Index (RSCI) – clarivate.ru

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

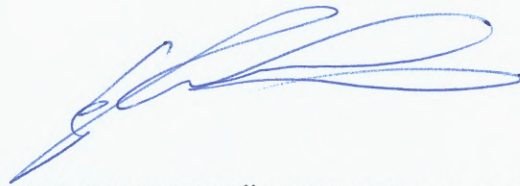
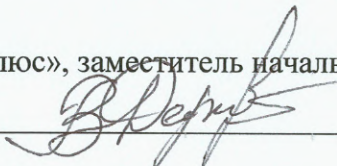
1. Мультимедийный проектор.
2. Персональные компьютеры.
3. Компьютерные программы – универсальное программное обеспечение.

Рабочую программу составил профессор Оленев Е.А.

Рецензент

ЗАО «Автоматика плюс», заместитель начальника отдела измерительной техники, к.т.н., доцент,

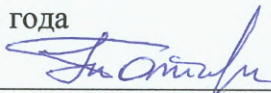
Дерябин В.М.



Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры

Протокол № __1__ от __31.08.2021__ года

Заведующий кафедрой

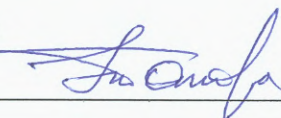


К.В. Татмышевский

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии
направления 12.04.01 Приборостроение

Протокол № __1__ от __31.08.2021__ года

Председатель комиссии



К.В. Татмышевский

**ЛИСТ ПЕРЕУТВЕРЖДЕНИЯ
РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рабочая программа одобрена на 20 22 / 20 23 учебный года

Протокол заседания кафедры № 1 от 30.08.22 года

Заведующий кафедрой ЭПБС *Григорьев* (Татьяна Степановна К.В.)

Рабочая программа одобрена на 20 ____ / 20 ____ учебный года

Протокол заседания кафедры № ____ от ____ года

Заведующий кафедрой _____

Рабочая программа одобрена на 20 ____ / 20 ____ учебный года

Протокол заседания кафедры № ____ от ____ года

Заведующий кафедрой _____