

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

УТВЕРЖДАЮ:

Директор института

Галкин А.А.

2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**РАЗРАБОТКА И ИДЕНТИФИКАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ**

(наименование дисциплины)

**направление подготовки / специальность**

Направление подготовки 12.04.04 Биотехнические системы и технологии

(код и наименование направления подготовки (специальности))

Биомедицинская инженерия

(направленность (профиль) подготовки)

г. Владимир

2021 г.

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины (модуля) является формирование у обучающегося принципов построения и идентификации математических моделей процессов, имеющих место в биомедицинских приборах, аппаратах и системах.

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

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Разработка и идентификация математических моделей» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, для подготовки магистров направления «Биотехнические системы и технологии».

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ПК-2. Способность к построению математических моделей биотехнических систем и медицинских изделий и выбору метода их моделирования, разработке нового или выбор известного алгоритма решения задачи.	<p>ПК-2.1. Формулирует постановку задачи и определяет набор параметров, с учетом которых должно быть проведено моделирование процессов, обусловленных применением биотехнических систем и медицинских изделий.</p> <p>ПК-2.2. Определяет выходные параметры и функции разрабатываемых биотехнических систем и медицинских изделий на основе анализа физических процессов и изделий.</p> <p>ПК-2.3. Разрабатывает математические модели функционирования биотехнических систем и медицинских изделий, основанных на использовании биофизических процессов и изделий.</p> <p>ПК-2.4. Проводит компьютерное моделирование функционирования</p>	<p>Знает набор параметров, необходимых для моделирования процессов, обусловленных применением биотехнических систем и медицинских изделий.</p> <p>Умеет определять выходные параметры и функции разрабатываемых биотехнических систем и медицинских изделий на основе анализа физических процессов и изделий.</p> <p>Владеет навыками разработки математических моделей функционирования биотехнических систем и медицинских изделий.</p>	Практико-ориентированное задание

#### 4. ОБЪЕМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

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	Основные понятия моделирования.	3	1	2	2			12	
2	Формулы с одной постоянной величиной.	3	3	2	2		1	14	
3	Формулы с двумя постоянными величинами.	3	5	2	2			18	Рейтинг контроль № 1
4	Формулы с тремя постоянными величинами.	3	7	2	2		2	12	
5	Построение моделей с одним неизвестным коэффициентом	3	9	2	2			8	
6	Построение моделей с двумя неизвестными коэффициентами	3	11	2	2		2	10	Рейтинг контроль № 2
7	Построение моделей с тремя неизвестными коэффициентами.	3	13	2	2			12	
8	Выбор эмпирической формулы.	3	15	2	2		2	14	
9	Идентификация математических моделей.	3	17	2	2			8	Рейтинг контроль № 3
Всего за семестр:				18	18			108	Экзамен
Наличие в дисциплине КП/КР									
Итого по дисциплине				18	18			108	Экзамен

##### Содержание лекционных занятий по дисциплине

Раздел 1. Математическое моделирование.

Тема 1. Основные понятия моделирования.

Содержание лекционного занятия: Типы моделей. Понятие функции. Элементарные функции.

Тема 2. Формулы с одной постоянной величиной.

Содержание лекционного занятия: выбор вида функциональной зависимости.

Тема 3. Формулы с двумя постоянными величинами.

Содержание лекционного занятия: определение постоянных коэффициентов формулы.

Тема 4. Формулы с тремя постоянными величинами.

Содержание лекционного занятия: Специальные методы нахождения формул для трех переменных.

Тема 5. Построение моделей с одним неизвестным коэффициентом.

Содержание лекционного занятия: анализ исходных данных, определение пропорциональной зависимости между двумя переменными.

Тема 6. Построение моделей с двумя неизвестными коэффициентами.

Содержание лекционного занятия: уравнения вида  $y = mx + n$ . Составление системы уравнений.

Тема 7. Построение моделей с тремя неизвестными коэффициентами.

Содержание лекционного занятия: уравнения вида  $y = ax^2 + bx + c$ . Составление системы из трех уравнений.

Тема 8. Выбор эмпирической формулы. Оценка качества построения моделей.

Содержание лекционного занятия: метод выравнивания.

Тема 9. Идентификация математических моделей.

Содержание лекционного занятия: определение параметров и структуры математической модели. Оценка параметров модели.

### Содержание практических занятий по дисциплине

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 и идентификация математических моделей.

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

Содержание практического занятия: определение параметров модели, вычисление усилия разрыва с использованием экспериментальных данных.

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

Содержание практического занятия: определение структуры модели, вычисление количества влаги воды в воздухе с использованием экспериментальных данных.

Тема 3. Моделирование зависимости коэффициента теплопроводности глицерина от температуры.

Содержание практического занятия: разработка модели, описывающей зависимость коэффициента теплопроводности глицерина от температуры, определение адекватности полученной модели.

## **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**

##### **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?
5. Почему применение логарифмических шкал на осях координат значительно упрощает построение уравнений определенного вида?

##### **Рейтинг-контроль № 2**

1. В чем заключается сущность средне-арифметического метода?
2. Что такое неоднородность статистики экспериментальных данных?
3. В чем заключается изучение и анализ неизвестной закономерности опытных данных?
4. Каким образом можно приближенно представить зависимость опытных данных?
5. Как удобно производить оценку приближения формулы, описывающей зависимость опытных данных?
6. Определение коэффициентов, входящих в эмпирическую формулу.

##### **Рейтинг-контроль № 3**

1. Специальные методы нахождения эмпирических формул для двух переменных.
2. Специальные методы нахождения эмпирических формул для трех переменных.
3. Основные способы построения экспериментальных графиков и отыскания по ним эмпирических формул.
4. Что такое идентификация математической модели?
5. Что такое адекватность математической модели?

## 5.2. Промежуточная аттестация.

### ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Метод замены переменных для спрямления экспериментальных кривых.
2. Производится преобразование формул в формулу общего вида.
3. Понятие функции. (Линейная функция  $y = mx + n$ . Квадратичная функция  $y = ax^2 + bx + c$ ).
4. Понятие функции. (Показательная функция  $y = a^x$ . Степенная функция  $y = ax^m$ ).
5. Выбор типа эмпирической формулы на основе теоретических представлений о характере изучаемой зависимости.
5. Применение логарифмических шкал на осях координат.
6. Сущность средне-арифметического метода.
7. Изучение и анализ неизвестной закономерности опытных данных.
8. Приближенное представление зависимости опытных данных.
9. Оценка приближения формулы, описывающей зависимость опытных данных. Адекватность математической модели.
10. Определение коэффициентов, входящих в эмпирическую формулу.
11. Специальные методы нахождения эмпирических формул для нескольких переменных.
12. Основные способы построения экспериментальных графиков и отыскания по ним эмпирических формул.
13. Идентификация математических моделей.

### 5.3. Самостоятельная работа обучающегося.

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

Раздел дисциплин	Вид СРС	Трудоемкость, часов
Формулы с одной постоянной величиной. Построение моделей с одним неизвестным коэффициентом.	Работа с рекомендуемой литературой	21
Формулы с двумя постоянными величинами. Построение моделей с двумя неизвестными коэффициентами.	Работа с рекомендуемой литературой	27
Формулы с тремя постоянными величинами. Построение моделей с тремя неизвестными коэффициентами.	Работа с рекомендуемой литературой	28
Выбор эмпирической формулы.	Работа с рекомендуемой литературой	14
Идентификация математических моделей.	Работа с рекомендуемой литературой	18
Итого		108

Фонд оценочных материалов (ФОМ) 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
<b>Основная литература</b>		
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
<b>Дополнительная литература</b>		
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 ДИСЦИПЛИН

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

Рабочую программу составил д.т.н., профессор Оленев Е.А. \_\_\_\_\_

Рецензент

Начальник отдела медицинской физики,

информатики и дозиметрии ГБУЗ ВО "ОКОД", к.т.н., Чирков К. В. \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры «Электроника приборостроение и биотехнические системы»

Протокол № \_\_1\_\_ от \_31.08.2021 года

Заведующий кафедрой Татмышевский К.В. \_\_\_\_\_

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 12.04.04 «Биотехнические системы и технологии»

Протокол № \_\_1\_\_ от \_31.08.2021 года

Председатель комиссии Татмышевский К.В. \_\_\_\_\_



**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 \_\_\_\_\_