


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

**УТВЕРЖДАЮ**

*Заведующий кафедрой  
теории функций и геометрии*

  
Семёнов Е.М.  
*подпись, расшифровка подписи*  
11.04.2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.В.ДВ.01.02 Математическое моделирование

**1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**

01.05.01 Фундаментальные математика и механика

**2. Профиль подготовки/специализация:** Современные методы теории функций в математике и механике

**3. Квалификация выпускника:** Специалист. Математик. Механик. Преподаватель

**4. Форма обучения:** очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:**

теории функций и геометрии

**6. Составители программы:** Стенюхин Леонид Витальевич, к. ф.-м. н., доцент

**7. Рекомендована:** НМС математического факультета ВГУ, протокол № 0500-03 от 24.03.2022 г.

**8. Учебный год:** 2025/2026

**Семестр(ы):** 7

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

Целью курса является введение студентов в круг проблем, связанных с применением количественных методов в исследовании фундаментальных законов природы и общества, формирующих основы мировоззрения человека, способность видеть проявления основных принципов природы и многообразия закономерности частных наук. В круг задач курса входит освоение студентами математических методов, с помощью которых формируются общие принципы, позволяющие решать задачи, возникающие в таких науках, как общая теоретическая физика, механика, химия, биология, геология, экономика и т.д. Отсюда следует, что математическая подготовка специалиста, желающего самостоятельно заниматься построением математических моделей, достаточно широка. Здесь наряду с классическими разделами применяются сравнительно новые разделы математики, такие как линейное и нелинейное программирование, теория массового обслуживания, принятие решение в условиях «нечеткой» информации. Ознакомление студента с такими методами также является одной из задач курса.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ОПОП:** Курс «Математического моделирования» принадлежит к части, формируемой участниками образовательных отношений, дисциплина по выбору.

Основой для освоения учебной дисциплины «Математическое моделирование» являются знание и умение студентов в области вузовских курсов: математического анализа, обыкновенных и в частных производных дифференциальных уравнений, теории вероятностей и математической статистики, физики, а также соответствующих знаний из школьных курсов химии, биологии, астрономии.

**11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников):**

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ПК-1.3	Имеет практический опыт научно-исследовательской деятельности в математике, механике и информатике	<b>знать:</b> как самостоятельно работать <b>уметь:</b> самостоятельно работать <b>владеть:</b> навыками самостоятельной работы
ПК-2.1	Знает современные методы разработки и реализации моделей, используя теорию функций	<b>знать:</b> как анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции <b>уметь:</b> анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции <b>владеть:</b> навыками анализа основных этапов и закономерностей исторического развития общества для формирования гражданской позиции
ПК-2.2	Умеет разрабатывать математические модели в области естествознания, экономики и управления, а также реализовывать алгоритмы математических моделей на базе пакетов прикладных программ моделирования	<b>знать:</b> как применять знания управления информацией <b>уметь:</b> применять знания и навыки управления информацией <b>владеть:</b> навыками управления информацией

ПК-3.1	Знает современные методы разработки и реализации математических моделей	<p><b>знать:</b> что такое поставка задачи</p> <p><b>уметь:</b> корректно поставить задачу</p> <p><b>владеть:</b> навыками корректной постановки задачи</p>
ПК-3.2	Владеет навыками построения моделей прикладных процессов и навыками применения современных инструментальных средств к решению прикладных задач	<p><b>знать:</b> как анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции</p> <p><b>уметь:</b> анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования гражданской позиции</p> <p><b>владеть:</b> навыками анализа основных этапов и закономерностей исторического развития общества для формирования гражданской позиции</p>

**12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час.**(в соответствии с учебным планом) — 3/108.

**Форма промежуточной аттестации** (зачет/экзамен) зачёт.

### 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		№ семестра	№ семестра	...
Аудиторные занятия	32	7		
в том числе: лекции	16	7		
практические				
лабораторные	16	7		
Самостоятельная работа	76	7		
Форма промежуточной аттестации (зачет – 4,75 час. / экзамен – 0 час.)	0	7		
Итого:	108	7		

#### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
1.1	Модели механики и модели сплошных сред	1. Математическая обработка экспериментальных данных. Метод наименьших квадратов. 2. Сплайн функции 3. Модели общей механики сплошных сред. Теория деформации 4. Модели Чебышева.
1.2	Модели газовой динамики, гидродинамики, акустики	1. Уравнение газовой динамики 2. Уравнение гидродинамики 3. Уравнение акустики 4. Разностные методы решения задач механики, жидкости и газа.

1.3	Стохастические модели	1. Стохастические модели 2. Прямое и обратное уравнение Колмогорова 3. Полугруппа линейных ограниченных операторов 4. Производящий оператор случайного марковского процесса
	Статические модели в экономике	1. Модель Леонтьева «затраты – выпуск» 2. Методы принятия решений в условиях нечеткой и неточной информации
	Динамические модели в экономике	1. Модель экономического роста Солоу 2. Модель фон Неймана 3. Продуктивность и неразложимость 4. Равновесие в модели динамического межотраслевого баланса
	Математические модели соперничества	1. Экологическое введение 2. Классическая модель Вольтера 3. Стабилизация системы «хищник – жертва»
<b>2. Практические занятия</b>		
3.1	Кинематика жидкой среды	1. Гипотеза сплошности жидкой среды, переменные Лагранжа и Эйлера. Элементы теории поля. Поле скоростей. 2. Уравнение неразрывности. Потенциальное и вихревое движения.
3.2	Динамика идеальной жидкости	1. Общее уравнение движения жидкого объема. 2. Уравнения Эйлера. 3. Модели жидких идеальных сред. 4. Плоское потенциальное движение.
1.3	Механика вязкой жидкости	1. Понятие вязкой жидкости, Тензор напряжений. Связь между компонентами тензоров скоростей деформации и напряжений. 2. Уравнения Навье-Стокса. 3. Модели жидких вязких сред.

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1.	Кинематика жидкой среды	6		6	26	38
2.	Динамика идеальной жидкости	6		6	26	38
3.	Механика вязкой жидкости	4		4	24	32
	Итого:	16		16	76	108

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

(рекомендации обучающимся по освоению дисциплины: работа с конспектами лекций, презентационным материалом, выполнение практических заданий, тестов, заданий текущей аттестации и т.д.)

Освоение дисциплины предполагает не только обязательное посещение обучающимся аудиторных занятий (лабораторных занятий) и активную работу на них, но и самостоятельную учебную деятельность, на которую отводится 36 часов.

Самостоятельная учебная деятельность студентов по дисциплине «Математическое моделирование» предполагает выполнение следующих заданий:

1) самостоятельное изучение учебных материалов по разделам 1-6 с использованием основной и дополнительной литературы, информационно-справочных и поисковых систем;

2) подготовку к текущим аттестациям: выполнение лабораторных заданий по поиску необходимых для работы в аудитории материалов в Интернете.

Особое внимание обучающихся направляется на построение практических линейных и нелинейных кривых. При этом приоритетной здесь является работа с общедоступными современными пакетами программ.

Все выполняемые студентами самостоятельно задания подлежат последующей проверке преподавателем для получения дифференцируемого зачета.

**15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины** (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

а) основная литература:

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1	Самарский А.А. Математическое моделирование. Идеи. Методы. Примеры / А.А.Самарский, А.П.Михайлов. – Изд. 2-е испр. – М. : Физматлит, 2002. – 316, (40) с : ил. – Библиогр. : с. 313-316.
2	Чуличков А.И. Математические методы нелинейной динамики / А.И.Чуличков. Изд. 2-е, испр. М. : Физматлит, 2003.- 294с. : ил. Библиогр. : с. 293-294.
3	Колемаев В.А. Математическая экономика : учебник для студ. вузов / В.А.Колемаев. – 3-е стер. изд. М.: ЮНИТИ, 2005 -399 с. : ил., табл. - Библиогр. : с. 394-396.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
4	
5	

в) информационные электронно-образовательные ресурсы:

№ п/п	Источник
6	Википедия : свободная энциклопедия : ( <a href="http://ru.wikipedia.org">http://ru.wikipedia.org</a> ).
7	Поисковые системы Google, Yandex, Rambler.
8	Полнотекстовая база «Университетская библиотека» : образовательный ресурс : <UPL: <a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a> >.
9	Электронный каталог Научной библиотеки Воронежского государственного университета : ( <a href="http://www.lib.vsu.ru/">http // www.lib.vsu.ru/</a> ).

\* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы

**16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы** (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№	Источник
---	----------

п/п	
1.	Лекции по гидродинамике / М.А. Давыдова. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. - 216 с.
2.	Гидродинамика: учеб. Пособие для студентов нематематических факультетов / А.Б. Мазо, К.А. Поташев. – Казань: Казан. ун-т, 2013. – 2-е изд. – 128 с.

### **17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)**

Дисциплина может реализовываться с применением дистанционных образовательных технологий, например, на платформе «Электронный университет ВГУ». Перечень необходимого программного обеспечения: операционная система Windows, Linux, Microsoft Office, браузер Mozilla Firefox, Opera или Internet Explorer.

### **18. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

При изучении дисциплины используются активные и интерактивные формы проведения лекций и практических занятий.

Для проведения лекционных и практических занятий используются аудитории со специализированной мебелью, аудитории соответствуют действующим санитарно-техническим нормам и противопожарным правилам.

Для самостоятельной работы используется класс с компьютерной техникой, оснащенный необходимым программным обеспечением, электронными учебными пособиями и законодательно - правовой и нормативной поисковой системой, имеющий выход в глобальную сеть.

При реализации дисциплины с использованием дистанционного образования возможны дополнения материально-технического обеспечения дисциплины.

### **19. Фонд оценочных средств:**

#### **19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения**

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции посредством формирования знаний, умений, навыков)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы) дисциплины или модуля и их наименование)	ФОС* (средства оценивания)
ПКВ-1.3	<i>Знать:</i> основные методы самоорганизации и самообразования, основную и дополнительную литературу по гидродинамике, основные этапы и последовательность выполнения самостоятельной работы, включая ежедневные домашние задания, а так же подготовку к контрольным работам и экзамену <i>Уметь:</i> использовать фундаментальные знания гидродинамики	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кинематика жидкой среды.</li> <li>2. Динамика идеальной жидкости.</li> <li>3. Механика вязкой жидкости.</li> </ol>	Практические задания. Тест. Контрольная работа.

ПКВ-2.1 ПКВ-2.2	<i>Знать:</i> основные методы самоорганизации и самообразования, основную и дополнительную литературу по гидродинамики, основные этапы и последовательность выполнения самостоятельной работы, включая ежедневные домашние задания, а так же подготовку к контрольным работам и экзамену <i>Уметь:</i> использовать фундаментальные знания гидродинамики	4. Кинематика жидкой среды. 5. Динамика идеальной жидкости. 6. Механика вязкой жидкости.	Практические задания Тест. Контрольная работа
Промежуточная аттестация	Владеть:		КИМ

\* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

### 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие **показатели:**

- 1) знание основных свойств замечательных кривых
- 2) умение реализовывать замечательные кривые в виде алгоритмов
- 3) умение работать с прикладными программами и информационными ресурсами;
- 4) успешное прохождение текущей аттестации.

Для оценивания результатов обучения на зачете используется **шкала:** «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения:

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным показателям по каждому из вопросов контрольно-измерительного материала.	Повышенный уровень	Отлично
Несоответствие ответа обучающегося одному из перечисленных показателей (к одному из вопросов контрольно-измерительного материала) и правильный ответ на дополнительный вопрос в пределах программы. ИЛИ Несоответствие ответа обучающегося любым двум из перечисленных показателей (либо двум к одному вопросу, либо по одному к каждому вопросу контрольно-измерительного материала) и правильные ответы на два	Базовый уровень	Хорошо

дополнительных вопроса в пределах программы.		
Несоответствие ответа обучающегося любым двум из перечисленных показателей и неправильный ответ на дополнительный вопрос в пределах программы. ИЛИ Несоответствие ответа обучающегося любым трем из перечисленных показателей (в различных комбинациях по отношению к вопросам контрольно-измерительного материала).	Пороговый уровень	Удовлетворительно
Несоответствие ответа обучающегося любым четырем из перечисленных показателей (в различных комбинациях по отношению к вопросам контрольно-измерительного материала).	–	Неудовлетворительно

Для оценивания результатов обучения на зачете используются следующие показатели (ЗУНы из 19.1):

- 1) знание учебного материала и владение понятийным аппаратом;
- 2) умение связывать теорию с практикой;
- 3) умение иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований;
- 4) умение решать практические задания.

Для оценивания результатов обучения на зачете используется – зачтено, не зачтено  
Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области гидродинамики (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач.</i>	<i>Базовый уровень</i>	<i>Зачтено</i>
<i>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем(четырем) из перечисленных показателей. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки.</i>	–	<i>Не зачтено</i>

**19.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

### **19.3.1 Перечень вопросов к промежуточной аттестации –зачету:**

№ п/п	Перечень вопросов к промежуточной аттестации (зачет с оценкой)
1	Математическая обработка экспериментальных данных. Метод наименьших квадратов



2	Модели общей механики сплошных сред. Теория деформации
3	Сплайн функции
4	Уравнение газовой динамики
5	Уравнение гидродинамики
6	Уравнение акустики
7	Разностные методы решения задач механики, жидкости и газа
8	Прямое и обратное уравнение Колмогорова
9	Полугруппа линейных ограниченных операторов
10	Производящий оператор случайного марковского процесса
11	Модель Леонтьева «затраты – выпуск»
12	Модель экономического роста Солоу
13	Модель фон Неймана
14	Стабилизация системы «хищник – жертва»

### 19.3.2 Перечень практических заданий для текущей аттестации:

#### Комплект лабораторных заданий № 1

Тема: «Математическая обработка экспериментальных данных. Метод наименьших квадратов».

#### Комплект лабораторных заданий № 2

Тема: «Сплайн функции».

#### Комплект лабораторных заданий № 3

Тема: «Уравнение гидродинамики».

#### Комплект лабораторных заданий № 4

Тема: «Уравнение газовой динамики».

#### Комплект лабораторных заданий № 5

Тема: «Уравнение акустики».

#### Комплект лабораторных заданий № 6

Тема: «Разностные методы решения задач механики, жидкости и газа».

#### Комплект лабораторных заданий № 7

Тема: «Прямое и обратное уравнение Колмогорова».

#### Комплект лабораторных заданий № 8

Тема: «Модель экономического роста Солоу».

#### Комплект лабораторных заданий № 9

Тема: «Модель фон Неймана».

#### Комплект лабораторных заданий № 10

Тема: «Стабилизация системы «хищник – жертва».

### Критерии оценки компетенций (результатов обучения) при текущей аттестации (выполнении практических заданий):

– оценка «зачтено» ставится, если обучающийся продемонстрировал знание необходимого для выполнения лабораторной работы теоретического материала, показал владение практическими навыками и умение решать конкретную задачу в соответствии с поставленной целью. При этом допускается возможность, что были допущены незначительные неточности теоретического или практического плана;

– оценка «не зачтено» ставится, если обучающийся допустил существенную ошибку, связанную с незнанием теории или отсутствием необходимых умений и навыков для выполнения конкретной лабораторной работы.

**19.3.3 Перечень тем рефератов для текущей аттестации:** не предусмотрены.

**19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в форме устного опроса (индивидуального опроса, фронтальных бесед по вопросам семинарских занятий); оценки результатов практической деятельности (лабораторной работы). Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний и умений.

При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.