



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

**ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель программы аспирантуры  
1.2.2. Математическое моделирование,  
численные методы и комплексы программ

Ковтанык А.Е.

« 28 » июня 2022 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Директор департамента  
Математического и компьютерного  
моделирования

Сущенко А.А.

« 28 » июня 2022 г..

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ**  
**1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ**  
**(физико-математические науки)**

курс 2 семестр 3

лекции 18 час.

практические занятия 18 час.

лабораторные работы не предусмотрены.

с использованием МАО лек. /пр. 18 /лаб. \_\_\_\_\_ час.

всего часов контактной работы 36 час.

в том числе с использованием МАО 18 час., в электронной форме \_\_\_\_\_ час.

самостоятельная работа 144 час.

в том числе на подготовку к экзаменам \_\_\_\_\_ час.

курсовая работа / курсовой проект \_\_\_\_\_ семестр

зачет \_\_\_\_\_ семестр

экзамен \_\_\_\_\_ семестр

реферат 3 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов), утвержденными Приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. N 951 и паспортом научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (физико-математические науки)

Рабочая программа обсуждена на заседании департамента математического и компьютерного моделирования, протокол № 10 от «25» марта 2022 г.

Директор департамента математического и компьютерного моделирования,  
А.А. Сущенко

Составитель: д-р физ.-мат. наук, доцент А.Е. Ковтанык

**Оборотная сторона титульного листа**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры / академического департамента:**

Протокол от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента математического и компьютерного моделирования

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры / академического департамента:**

Протокол от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Директор департамента математического и компьютерного моделирования

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(И.О. Фамилия)

## АННОТАЦИЯ

Дисциплина «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» предназначена для аспирантов, обучающихся по научной специальности 1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (физико-математические науки).

Трудоемкость дисциплины 180 часа (5 з.е.), из них 18 час. лекции, 18 час. практических занятий, 144 час. самостоятельной работы. Дисциплина реализуется на втором году обучения в 3 семестре. Форма контроля – реферат.

Дисциплина «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» входит в число обязательных дисциплин вариативной части учебного плана; относится к группе дисциплин, формирующих основные профессиональные компетенции профиля «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

**Цель:** формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний о современном состоянии и проблемах математического моделирования и вычислительной математики, современных подходах и особенностях построения математических моделей численных методов в различных областях применения, современных программных средствах компьютерного моделирования.

### **Задачи:**

- формирование математической культуры, адекватной современному уровню развития теории математического моделирования;
- формирование знаний и умений, необходимых для освоения и использования методов математического моделирования в других областях знаний;
- формирование знаний и умений, необходимых для дальнейшего самообразования в области математического моделирования;
- развитие логического и алгоритмического мышления, выработка представлений о методах моделирования;
- ознакомление с современными средствами компьютерного моделирования, специализированными программными пакетами вычислительной математики.

Для успешного изучения дисциплины «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные компетенции:

- способность к самоорганизации и самообразованию;
- владение основными концепциями, принципами, теориями и фактами, связанными с численными методами и математическим моделированием;
- готовность применять основные методы и инструменты разработки вычислительных алгоритмов;
- способность к формализации в своей предметной области с учетом ограничений используемых методов исследования;
- готовность к использованию методов и инструментальных средств исследования объектов профессиональной деятельности;
- владение навыками моделирования, анализа и использования формальных методов разработки вычислительных алгоритмов.

Планируемые результаты обучения по данной дисциплине (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы:

Формулировка требований	Этапы формирования	
Владение методологией теоретических и экспериментальных исследований в области информатики и вычислительной техники	Знает	основные системные методы проведения теоретических и эмпирических исследований в области информатики и вычислительной техники
	Умеет	применять основные системные методы при проведении теоретических и экспериментальных исследований в области математического моделирования, численных методов и комплексов программ
	Владеет	методологией теоретических и экспериментальных исследований в области решаемых научных проблем
Способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности	Знает	методологию создания и обоснования новых методов исследования, используемых в области информатики и вычислительной техники; основные особенности и закономерности развития методов исследования в области информатики и вычислительной техники.
	Умеет	применять основные методологические принципы создания и обоснования новых методов исследования, используемых в области информатики и вычислительной техники; разрабатывать новые методы исследований и применять их в научно-исследовательской деятельности; разрабатывать информационные системы для решения задач, возникающих в области исследования.
	Владеет	методологией разработки новых методов исследований и их применения при решении задач в области информатики и вычислительной техники.
Способность объективно оценивать результаты исследований и разработок, выполненных другими специалистами в других научных учреждениях	Знает	методологию оценивания результатов исследований; существующие результаты исследований, выполненных другими специалистами и в других научных учреждениях.
	Умеет	применять основные методологические принципы оценивания результатов исследований; анализировать, сравнивать и обосновывать результаты разрабатываемых методов исследований с результатами исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других научных учреждениях; применять современные информационные технологии поиска информации о результатах исследований и разработок, выполненных другими специалистами и в других научных учреждениях.
	Владеет	методологией оценивания результатов исследований; современными информационными технологиями поиска необходимой информации в соответствующей области науки.
Способность к разработке, обоснованию и тестированию эффективных численных методов с применением ЭВМ	Знает	технологии разработки, обоснования и тестирования численных методов с использованием ЭВМ; современные программные пакеты, используемые при разработке численных моделей с применением ЭВМ.
	Умеет	разрабатывать, обосновывать и тестировать эффективные численные методы с использованием современных пакетов численного моделирования с применением ЭВМ; выбирать, модифицировать, тестировать существующие

		численные методы с использованием современных пакетов моделирования.
	Владеет	методами обоснования выбора современных пакетов моделирования.
Способность к разработке и обоснованию качественных и приближенных методов исследования математических моделей различных объектов и явлений	Знает	методологию разработки, выбора и обоснования качественных и приближенных методов исследования математических моделей различных объектов и явлений.
	Умеет	разрабатывать, исследовать и обосновывать качественные и приближенные методы исследования математических моделей различных объектов и явлений, а также модифицировать существующие методы.
	Владеет	методами обоснования качественных и приближенных методов исследования математических моделей различных объектов и явлений.
Способность к разработке, анализу и исследованию математических методов моделирования различных объектов и явлений	Знает	методологию разработки, анализа, выбора и исследования математических методов моделирования различных объектов и явлений.
	Умеет	разрабатывать, исследовать и обосновывать новые математические методы моделирования различных объектов и явлений и модифицировать существующие методы.
	Владеет	методами обоснования новых математических методов моделирования различных объектов и явлений.
Способность к разработке и обоснованию комплексов проблемно-ориентированных программ для моделирования предметных областей и проведения вычислительных экспериментов	Знает	технологии разработки комплексов проблемно-ориентированных программ для моделирования предметных областей и проведения вычислительных экспериментов; современные инструментальные средства, предназначенные для создания комплексов проблемно-ориентированных программ для моделирования предметных областей и проведения вычислительных экспериментов
	Умеет	разрабатывать, обосновывать и тестировать комплексы проблемно-ориентированных программ для моделирования предметных областей и проведения вычислительных экспериментов; выбирать, модифицировать и тестировать существующие комплексы проблемно-ориентированных программ для моделирования предметных областей и проведения вычислительных экспериментов
	Владеет	методами обоснования выбора инструментальных средств, предназначенных для создания комплексов проблемно-ориентированных программ для моделирования предметных областей и проведения вычислительных экспериментов
Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию	Знает	основные методы научно-исследовательской деятельности.
	Умеет	выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах; критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника; избегать автоматического применения стандартных формул и приемов при решении задач. навыками сбора, обработки, анализа и систематизации

новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.		информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования.
	Владеет	навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования.

Для формирования вышеуказанных требований в рамках дисциплины «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» применяются следующие методы активного / интерактивного обучения: мини-лекции с актуализацией изучаемого содержания, презентации с использованием доски, книг, видео, слайдов, компьютеров и т.п., с последующим обсуждением материалов, разминки с вопросами, ориентированными на выстраивание логической цепочки из полученных знаний (конструирование нового знания), коллективные решения творческих задач, которые требуют от аспирантов не простого воспроизводства информации, а творчества, поскольку задания содержат большой или меньший элемент неизвестности и имеют, как правило, несколько подходов, работу в малых группах (дает всем аспирантам возможность участвовать в работе, практиковать навыки сотрудничества, межличностного общения).

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (18 час., в том числе 0 час. с использованием методов активного обучения)**

### **Тема 1. Основные понятия математического моделирования (1 час.)**

Элементарные математические модели. Фундаментальные законы природы. Вариационные принципы. Применение аналогий при построении моделей. Иерархический подход к получению моделей. Нелинейность математических моделей. Универсальность математических моделей.

### **Тема 2. Модели, получаемые из фундаментальных законов природы (1 час.)**

Модели, основанные на законе сохранения массы вещества. Модели, основанные на законе сохранения энергии. Модели, основанные на законе сохранения числа частиц. Совместное применение нескольких фундаментальных законов сохранения.

### **Тема 3. Модели, получаемые из вариационных принципов, иерархии моделей (1 час.)**

Уравнения движения, вариационные принципы и законы сохранения в механике. Модели некоторых механических систем (маятник, колебания струны, электромагнитные колебания и т.д.).

### **Тема 4. Модели некоторых трудноформализуемых объектов (1 час.)**

Случайный марковский процесс. Примеры аналогий между механическими, термодинамическими и экономическими объектами. Некоторые модели финансовых и экономических процессов.

### **Тема 5. Исследование математических моделей (1 час.)**

Применение методов подобия. Анализ размерностей и групповой анализ моделей. Автомодельные (самоподобные) процессы. Принцип максимума и теоремы сравнения. Метод осреднения. Расширение «автомодельного» метода. Метод осреднения, различные способы осреднения. Переход к дискретным моделям.

### **Тема 6. Элементы теории погрешностей (1 час.)**

Погрешности, их источники. Устранимые и неустраняемые погрешности. Абсолютная и предельно абсолютная погрешности. Абсолютные погрешности выражений. Значащие и верные цифры. Точность, соотношение между погрешностью и точностью. Округление чисел.

#### **Тема 7. Численные методы алгебры (2 час.)**

Численные методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Численные методы решения нелинейных уравнений и систем нелинейных уравнений. Численные методы решения задач на собственные значения и собственные векторы матриц.

#### **Тема 8. Численные методы математического анализа (1 час.)**

Теория приближений. Методы численного дифференцирования и интегрирования. Численные методы решения задач Коши для ОДУ и систем ОДУ. Численные методы решения краевых задач для ОДУ.

#### **Тема 9. Численные методы оптимизации (1 час.)**

Численные методы безусловной минимизации функции одной переменной. Методы минимизации, использующие производные. Численные методы безусловной минимизации функций многих переменных.

#### **Тема 10. Метод конечных разностей (2 час.)**

Постановка задач математической физики для уравнений различных типов. Основные определения (сетка, сеточная функция, шаблон, временной слой, явная и неявная конечно-разностные схемы). Конечно-разностные схемы для уравнений математической физики различных типов. Исследование конечно-разностных схем (порядок аппроксимации, устойчивость, сходимость).

#### **Тема 11. Метод конечных разностей решения многомерных задач математической физики. Методы расщепления (1 час.)**

Экономичность конечно-разностных схем для многомерных уравнений математической физики. Методы расщепления численного решения эллиптических задач. Численные методы решения задач для многомерных уравнений гиперболического типа: метод характеристик решения квазилинейных гиперболических систем, метод С.К. Годунова.

#### **Тема 12. Метод конечных элементов (МКЭ) (2 час.)**

МКЭ в многомерных стационарных и нестационарных задачах математической физики. Оценка погрешности МКЭ в задачах для ОДУ и уравнений в частных производных.

#### **Тема 13. Метод граничных элементов (ГЭ) (1 час.)**

Метод ГЭ для решения задач математической физики, достоинства и недостатки его использования.

#### **Тема 14. Современные программные комплексы для решения задач математического моделирования (2 час.)**

Системы компьютерной алгебры Maple, Mathematica, MATLAB, MathCad. Назначение. Основные возможности. Сравнительные характеристики. Системные требования.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (Практические занятия 18 часов, в том числе 18 часов с использованием методов активного обучения)**

**Занятие 1. Обсуждение основных понятий математического моделирования (1 час.)**

**Занятие 2. Обсуждение различных подходов к моделированию физических процессов и явлений (1 час.)**

**Занятие 3. Обсуждение моделей механических систем: маятник, колебания струны, электромагнитные колебания и т.д. (1 час.)**

**Занятие 4. Обсуждение областей применения моделей трудноформализуемых объектов, аналогий между физическими и социально-экономическими процессами (1 час.)**

**Занятие 5. Подготовка к научному докладу (1 час.)**

**Занятие 6. Обсуждение основных положений теории погрешностей (1 час.)**

**Занятие 7. Практическое ознакомление с группой численных методов линейной алгебры, решения нелинейных алгебраических уравнений и систем (2 час.)**

**Занятие 8. Практическое ознакомление с численными методами математического анализа: численного дифференцирования, интегрирования, решения задач Коши для ОДУ и систем ОДУ (1 час.)**

**Занятие 9. Практическое ознакомление с численными методами оптимизации. Обсуждение областей применения (1 час.)**

**Занятие 10. Практическое ознакомление с основными принципами построения конечноразностных схем для различных задач математической физики (2 час.)**

**Занятие 11. Практическое ознакомление с МКЭ для решения ОДУ и уравнений в частных производных (МКЭ) (2 час.)**

**Занятие 12. Практическое ознакомление с МГЭ для решения задач математической физики (1 час.)**

**Занятие 13. Практическое ознакомление с системами компьютерной алгебры (на примере MathCAD и Wolfram Mathematica), современными программными комплексами (на примере MATLAB) (2 час.)**

**Занятие 14. Подготовка к научному докладу (часть 2 – численное моделирование) (1 час.)**

Рекомендуемые темы научных докладов представлены в приложении 1.

#### **Лабораторные работы (0/0 час.)**

Курс не предусматривает лабораторных работ.

### **III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» представлено в приложении 1 и включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;
- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

## IV. СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

1. Математическое моделирование в механике сплошных сред / Р. Темам, А. Миранвиль; пер. с англ. И. О. Арушаняна. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. – 320 с. (5 экз.)  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:867594&theme=FEFU>
2. Математическое моделирование экономических процессов и систем: учебное пособие / О. А. Волгина, Н. Ю. Голодная, Н. Н. Одияко [и др.]. – М.: КноРус, 2014. – 196 с. (3 экз.)  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:735674&theme=FEFU>
3. Математическое моделирование многоагентных систем конкуренции и кооперации. (Теория игр для всех): учебное пособие / В. Н. Колокольцов, О. А. Малафеев. – Санкт-Петербург : Лань, 2012. – 622 с. (5 экз.)  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:731550&theme=FEFU>
4. Шевцов, Г. С. Численные методы линейной алгебры: учебное пособие для математических направлений и специальностей / Г. С. Шевцов, О. Г. Крюкова, Б. И. Мызникова. – СПб.: Лань, 2011. – 495 с. (7 экз.)  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:842230&theme=FEFU>
5. Демидович, Б. П. Численные методы анализа. Приближение функций, дифференциальные и интегральные уравнения : учебное пособие для вузов / Б. П. Демидович, И. А. Марон, Э. З. Шувалова ; под ред. Б. П. Демидовича. – СПб.: Лань, 2010. – 400 с. (3 экз.)  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:298703&theme=FEFU>

### Дополнительная литература

1. Моделирование нелинейных волновых явлений на поверхности мелководья / И. Б. Аббасов – М. : Физматлит, 2010. – 128 с. (3 экз.)  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:675463&theme=FEFU>
3. Численные методы. Параллельные вычисления на ЭВМ / В. А. Левин, А. В. Вершинин – Москва : Физматлит, 2015. – 542 с. (2 экз.)  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:803380&theme=FEFU>

### Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Журнал «Математическое моделирование» [электронная полнотекстовая версия]. – Режим доступа :  
[http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=mm&wshow=details&option\\_lang=rus](http://www.mathnet.ru/php/journal.phtml?jrnid=mm&wshow=details&option_lang=rus)
2. Журнал «Вычислительные технологии» [электронная полнотекстовая версия]. – Режим доступа: <http://www.ict.nsc.ru/jct/>
3. Журнал «Математическое моделирование и численные методы» [электронная полнотекстовая версия]. – Режим доступа: <http://mmcm.bmstu.ru/>
4. <https://elibrary.ru/> – Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru
5. <http://apps.webofknowledge.com> – Международная база научного цитирования Web of Science
6. <https://www.scopus.com> – Международная база научного цитирования SCOPUS

### Перечень информационных технологий и программного обеспечения

Образовательный процесс по дисциплине поддерживается средствами электронной информационно-образовательной среды Университета, которая обеспечивает:

- неограниченный доступ к электронной библиотечной системе (ЭБС ДВФУ) и другим электронным библиотечным ресурсам с учебной, учебно-методической и иной литературой, доступной на основании прямых договоров с правообладателями;
- взаимодействие между участниками образовательного процесса посредством сети Интернет (электронная почта, личные кабинеты аспирантов и преподавателей);
- использование специализированных систем компьютерной алгебры, языков программирования высокого уровня и иных программных средств, доступных в информационно-образовательной среде Университета на основании прямых договоров с правообладателем.

## **V. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы аспиранта как при аудиторных занятиях, так и самостоятельно.

В процессе практических занятий и самостоятельной работы аспиранту следует:

- приступая к изучению дисциплины, внимательно ознакомиться с тематическим планом практических занятий и списком рекомендованной литературы;
- при подготовке к каждому занятию выполнить поиск современных научных источников, связанных с темой занятия, и на их основе провести предварительный анализ достижений в предметной области;
- обдуманно подходить к выбору темы научного доклада, отдавая предпочтение темам, напрямую или косвенно связанным с тематикой собственной научно-исследовательской работы;
- при разработке текста доклада по выбранной теме придерживаться структуры и общепринятых норм, предъявляемым к научным докладам;
- при подготовке презентации использовать современные аппаратные и программные средства мультимедиа;

Преподавателю рекомендуется:

- при ознакомлении обучающихся с основными положениями теории во время аудиторных занятий давать рекомендации по направлению поиска соответствующей научной и научно-методической литературы в дополнение к источникам, приведенным в программе дисциплины;
- строить лекции и практические занятия в форме научной дискуссии, для чего обязательно выделять достаточное время на общее обсуждение возникших вопросов и свободный обмен мнениями по теме занятия;
- всесторонне поощрять участие каждого обучающегося в научной дискуссии, а также его собственную инициативу в выборе (по согласованию с преподавателем) тематики доклада.

## **VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Материально-техническая база Университета, необходимая для проведения практических занятий, включает учебные кабинеты, укомплектованные мультимедийным оборудованием (ноутбук, экран, проектор), персональными компьютерами с необходимым программным обеспечением и выходом в Internet.

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование оборудованных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>	<b>Перечень основного оборудования</b>
1.	<p>690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, корпус D, ауд. D945.</p> <p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p>	<p>Мультимедийное оборудование:</p> <p>Экран проекционный ScreenLine Trim White Ice 50 см черная кайма сверху, размер рабочей области 236x147 см 1 шт;</p> <p>Документ-камера Avervision CP355AF - 1 шт;</p> <p>ЖК-панель 47", Full HD, LG M4716 CCBA - 1 шт;</p> <p>Мультимедийный проектор Mitsubishi EW330U, 3000 ANSI Lumen, 1280x800 - 1 шт;</p> <p>Сетевая видеочкамера Multipix MP-HD718 - 1 шт.</p>



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

---

**ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ  
по дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы  
программ»**

1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ  
(физико-математические науки)

**Владивосток  
2022**

## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-3 неделя	Подбор основной и дополнительной литературы	36 час.	Текущий контроль готовности
2	4-6 неделя	Написание реферата доклада	36 час.	Текущий контроль готовности
3	7-14 неделя	Написание реферата доклада	36 час.	Текущий контроль готовности
4	15-18 неделя	Подготовка презентации доклада	36 час.	Доклад на семинаре

Самостоятельная работа по дисциплине включает в себя работу с литературой, подготовку к аудиторным (лекционным и практическим) занятиям, написание отчетных материалов о выполненных заданиях. В каждом семестре в процессе самостоятельной работы обучающийся должен подготовить не менее одного научного доклада (презентация, реферат).

### Методические указания к подготовке доклада с презентацией и реферата

В процессе самостоятельной работы над докладом следует обдуманно подходить к выбору темы, отдавая предпочтение направлениям, напрямую или косвенно связанным с тематикой собственной научно-исследовательской работы. При разработке текста доклада необходимо придерживаться общепринятой структуры и норм, предъявляемых к научным докладам. При подготовке презентации рекомендуется использовать современные аппаратные и программные средства мультимедиа.

### Реферат доклада должен содержать следующие обязательные элементы:

1. Титульный лист
2. Аннотация (до 500 знаков)
3. Оглавление
4. Введение (включая актуальность, цель, задачи исследования)
5. Основная часть
6. Заключение
7. Список использованной литературы

### Рекомендуемая структура основной части доклада

1. Описание объекта моделирования с перечислением отдельных известных факторов и его характерных свойств.
2. Формулировка качественной модели с обозначением путей идеализация, ограничение области определения параметров и их связей.
3. Определяющие соотношения модели исследуемого объекта (процесса), определение краевых условий.

4. Обоснование выбора наиболее рационального способа решения поставленной задачи. Предложения по выбору наиболее подходящего с точки зрения докладчика численного метода.

5. Предложения по способам и средствам реализации вычислительного алгоритма (языки программирования, системы компьютерной алгебры (Maple, Mathematica, MATLAB, MathCad и др.), специализированные пакеты моделирования (ANSYS, ABACUS и др.)).

#### **Рекомендуемые темы доклада**

1. Модель траектории всплытия подводной лодки.
2. Модель отклонения заряженной частицы в электронно-лучевой трубке.
3. Модель колебаний колец Сатурна.
4. Модель движения шарика, присоединенного к пружине.
5. Модель маятника на свободной подвеске.
6. Модель колебаний струны.
7. Модель электрического контура (электромеханическая аналогия).
8. Модель жидкости в U-образном сосуде.
9. Модель колебательного электрического контура.
10. Модель малых колебаний при взаимодействии двух биологических популяций.
11. Простейшая модель изменения зарплаты и занятости.
12. Динамическая модель скопления амёб.
13. Модель взаимоотношений в системе «хищник – жертва».
14. Модель организации рекламной кампании.
15. Макромодель равновесия рыночной экономики
16. Макромодель экономического роста.
17. Модель физически безопасного ядерного реактора.
18. Модель гидрологического барьера против загрязнения грунтовых вод.
19. Математическая реставрация Тунгусского феномена.
20. Модель климатических последствий ядерного конфликта.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего  
образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)

---

---

**ИНСТИТУТ МАТЕМАТИКИ И КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**  
**по дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы**  
**программ»**

1.2.2. Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ  
(физико-математические науки)

## Паспорт ФОС

### Шкала оценивания уровня сформированности знаний, умений, навыков

Формулировка требований	Этапы формирования		Критерии	Показатели
Способность к разработке, обоснованию и тестированию эффективных численных методов с применением ЭВМ	знает (пороговый уровень)	технологии разработки, обоснования и тестирования численных методов с использованием ЭВМ; современные программные пакеты, используемые при разработке численных моделей с применением ЭВМ	сформированные представления о технологии разработки, обоснования и тестирования численных методов с использованием ЭВМ, с учетом особенностей программных и аппаратных средств реализации с учетом специфики области применения; сформированные представления о современных программных пакетах, используемых при разработке численных моделей с применением ЭВМ, с учетом всей специфики внутренней организации программного продукта, с учетом специфики области применения	способность представления о технологии разработки, обоснования и тестирования численных методов с использованием ЭВМ, с учетом особенностей программных и аппаратных средств реализации с учетом специфики области применения; способность представления о современных программных пакетах, используемых при разработке численных моделей с применением ЭВМ, с учетом всей специфики внутренней организации программного продукта, с учетом специфики области применения
	умеет (продвинутый)	разрабатывать, обосновывать и тестировать эффективные численные методы с использованием современных пакетов численного моделирования с применением ЭВМ; выбирать, модифицировать, тестировать существующие численные	умеет разрабатывать, обосновывать и тестировать эффективные численные методы с использованием современных пакетов численного моделирования с применением ЭВМ с учетом специфики области применения; умение выбирать, модифицировать и тестировать численные методы,	способность разрабатывать, обосновывать и тестировать эффективные численные методы с использованием современных пакетов численного моделирования с применением ЭВМ с учетом специфики области применения; выбирать, модифицировать и тестировать численные методы,

		методы с использованием современных пакетов моделирования	полностью подходящие для моделирования в области выполняемых исследований	полностью подходящие для моделирования в области выполняемых исследований
	владеет (высокий)	методами обоснования выбора современных пакетов моделирования	полное владение методами обоснования выбора современных пакетов моделирования с учетом всей специфики внутренней организации программного продукта и учетом его области применения	способность владения методами обоснования выбора современных пакетов моделирования с учетом всей специфики внутренней организации программного продукта и учетом его области применения
Способность к разработке и обоснованию качественных и приближенных методов исследования математических моделей различных объектов и явлений	знает (пороговый уровень)	методологию разработки, выбора и обоснования качественных и приближенных методов исследования математических моделей различных объектов и явлений.	сформированные представления о методологии разработки, выбора и обоснования качественных и приближенных методов исследования математических моделей различных объектов и явлений, с учетом специфики метода и области его применения	способность представления о методологии разработки, выбора и обоснования качественных и приближенных методов исследования математических моделей различных объектов и явлений, с учетом специфики метода и области его применения
	умеет (продвинутый)	разрабатывать, исследовать и обосновывать качественные и приближенные методы исследования математических моделей различных объектов и явлений, а также модифицировать существующие методы.	умение модифицировать, самостоятельно разрабатывать, исследовать и обосновывать качественные и приближенные методы исследования математических моделей с учетом специфики моделируемых объектов и явлений, области применения	способность модифицировать, самостоятельно разрабатывать, исследовать и обосновывать качественные и приближенные методы исследования математических моделей с учетом специфики моделируемых объектов и явлений, области применения
	владеет (высокий)	методами обоснования качественных и приближенных	владение методами обоснования качественных и приближенных	способность владения методами обоснования качественных и

		методов исследования математических моделей различных объектов и явлений.	методов исследования математических моделей с учетом специфики моделируемых объектов и явлений	приближенных методов исследования математических моделей с учетом специфики моделируемых объектов и явлений
Способность к разработке, анализу и исследованию математических методов моделирования различных объектов и явлений	знает (пороговый уровень)	методологию разработки, анализа, выбора и исследования математических методов моделирования различных объектов и явлений.	сформированные представления о методологии разработки, анализа, выбора и исследования математических методов моделирования с учетом специфики различных объектов и явлений, с обоснованным выбором средств реализации модели	способность представления о методологии разработки, анализа, выбора и исследования математических методов моделирования с учетом специфики различных объектов и явлений, с обоснованным выбором средств реализации модели
	умеет (продвинутый)	разрабатывать, исследовать и обосновывать новые математические методы моделирования различных объектов и явлений и модифицировать существующие методы.	умение разрабатывать, исследовать и обосновывать новые математические методы моделирования с учетом специфики различных объектов и явлений; умение модифицировать существующие методы моделирования с учетом области применения	способность разрабатывать, исследовать и обосновывать новые математические методы моделирования с учетом специфики различных объектов и явлений; умение модифицировать существующие методы моделирования с учетом области применения
	владеет (высокий)	методами обоснования новых математических методов моделирования различных объектов и явлений.	владение широким спектром методов обоснования новых математических методов моделирования различных объектов и явлений с учетом специфики предметной области и направления профессиональной деятельности	способность владения широким спектром методов обоснования новых математических методов моделирования различных объектов и явлений с учетом специфики предметной области и направления профессиональной деятельности

Способность к разработке и обоснованию комплексов проблемно-ориентированных программ для моделирования предметных областей и проведения вычислительных экспериментов	знает (пороговый уровень)	технологии разработки комплексов проблемно-ориентированных программ для моделирования предметных областей и проведения вычислительных экспериментов;  современные инструментальные средства, предназначенные для создания комплексов проблемно-ориентированных программ для моделирования предметных областей и проведения вычислительных экспериментов	полностью сформированное представление о технологии разработки комплексов проблемно-ориентированных программ моделирования, технологии проведения вычислительных экспериментов с учетом особенностей предметной области; знание современных инструментальных средств создания проблемно-ориентированных программных комплексов для моделирования и проведения вычислительных экспериментов, с обоснованием выбора оптимального инструментального средства для учета специфики проблемной области	способность полностью сформированного представления о технологии разработки комплексов проблемно-ориентированных программ моделирования, технологии проведения вычислительных экспериментов с учетом особенностей предметной области;  знания современных инструментальных средств создания проблемно-ориентированных программных комплексов для моделирования и проведения вычислительных экспериментов, с обоснованием выбора оптимального инструментального средства для учета специфики проблемной области
	умеет (продвинутый)	разрабатывать, обосновывать и тестировать комплексы проблемно-ориентированных программ для моделирования предметных областей и проведения вычислительных экспериментов;  выбирать, модифицировать и тестировать	умение разрабатывать, обосновывать и тестировать комплексы проблемно-ориентированных программ моделирования и проведения вычислительных экспериментов с учетом специфики сферы применения; умение выбирать, модифицировать и	способность разрабатывать, обосновывать и тестировать комплексы проблемно-ориентированных программ моделирования и проведения вычислительных экспериментов с учетом специфики сферы применения;  выбирать, модифицировать и

		существующие комплексы проблемно-ориентированных программ для моделирования предметных областей и проведения вычислительных экспериментов	тестировать существующие комплексы проблемно-ориентированных программ для моделирования и проведения вычислительных экспериментов с учетом специфики заданной предметной области	тестировать существующие комплексы проблемно-ориентированных программ для моделирования и проведения вычислительных экспериментов с учетом специфики заданной предметной области
	владеет (высокий)	методами обоснования выбора инструментальных средств, предназначенных для создания комплексов проблемно-ориентированных программ для моделирования предметных областей и проведения вычислительных экспериментов	полное владение методами обоснования выбора инструментальных средств, предназначенных для создания комплексов проблемно-ориентированных программ для моделирования предметных областей и проведения вычислительных экспериментов, учитывающих все особенности решаемых прикладных задач и всю специфику программного инструмента	способность полного владения методами обоснования выбора инструментальных средств, предназначенных для создания комплексов проблемно-ориентированных программ для моделирования предметных областей и проведения вычислительных экспериментов, учитывающих все особенности решаемых прикладных задач и всю специфику программного инструмента

### Оценочные средства (ОС) для текущего контроля

№ п/п	Код ОС	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
<b>Устный опрос</b>				
1	УО-1	Собеседование	Средство контроля, организованное как специальная беседа преподавателя с обучающимся на темы, связанные с изучаемой дисциплиной, и рассчитанное на выяснение объема знаний обучающегося по определенному разделу, теме, проблеме и т.п.	Вопросы по темам / разделам дисциплины
2	УО-2	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины, организованное как учебное занятие в виде собеседования преподавателя с обучающимися.	Вопросы по темам / разделам дисциплины
<b>Письменные работы</b>				
1	ПР-4	Реферат	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы, где автор раскрывает суть исследуемой проблемы, приводит различные точки зрения, а также собственные взгляды на нее.	Темы рефератов

## График текущего контроля

№ п/ п	Контролируемые разделы	Наименование и этапы формирования		Оценочные средства
1	Теоретическая часть	Способность к разработке, обоснованию и тестированию эффективных численных методов с применением ЭВМ	Знает	УО-1 Собеседование УО-2 Коллоквиум
		Способность к разработке и обоснованию качественных и приближенных методов исследования математических моделей различных объектов и явлений	Знает	
		Способность к разработке, анализу и исследованию математических методов моделирования различных объектов и явлений	Знает	
		Способность к разработке и обоснованию комплексов проблемно- ориентированных программ для моделирования предметных областей и проведения вычислительных экспериментов	Знает	
2	Практическая часть	Способность к разработке, обоснованию и тестированию эффективных численных методов с применением ЭВМ	Умеет	ПР-4 Реферат
		Способность к разработке и обоснованию качественных и приближенных методов исследования математических	Умеет	

		моделей различных объектов и явлений		
		Способность к разработке, анализу и исследованию математических методов моделирования различных объектов и явлений	Умеет	
		Способность к разработке и обоснованию комплексов проблемно-ориентированных программ для моделирования предметных областей и проведения вычислительных экспериментов	Умеет	

**Оценочные средства для текущего контроля  
Контролируемые разделы теоретической части дисциплины**

1. Основные понятия математического моделирования
2. Основные принципы получения моделей
3. Модели, получаемые из фундаментальных законов природы
4. Модели, получаемые из вариационных принципов, иерархии моделей
5. Модели трудноформализуемых объектов
6. Методы исследования математических моделей
7. Элементы теории погрешностей
8. Численные методы алгебры и анализа
  - 8.1. Численные методы алгебры
  - 8.2. Численные методы математического анализа
  - 8.3. Численные методы оптимизации
9. Численные методы решения задач для уравнений математической физики
  - 9.1. Метод конечных разностей
  - 9.2. Метод конечных разностей решения многомерных задач математической физики. Методы расщепления
  - 9.3. Метод конечных элементов (МКЭ)
  - 9.4. Метод граничных элементов (ГЭ)
10. Современные программные комплексы для решения задач математического моделирования

## Темы рефератов

1. Модель траектории всплытия подводной лодки.
2. Модель отклонения заряженной частицы в электронно-лучевой трубке.
3. Модель колебаний колец Сатурна.
4. Модель движения шарика, присоединенного к пружине.
5. Модель маятника на свободной подвеске.
6. Модель колебаний струны.
7. Модель электрического контура (электромеханическая аналогия).
8. Модель жидкости в U-образном сосуде.
9. Модель колебательного электрического контура.
10. Модель малых колебаний при взаимодействии двух биологических популяций.
11. Простейшая модель изменения зарплаты и занятости.
12. Динамическая модель скопления амёб.
13. Модель взаимоотношений в системе «хищник – жертва».
14. Модель организации рекламной кампании.
15. Макромодель равновесия рыночной экономики
16. Макромодель экономического роста.
17. Модель физически безопасного ядерного реактора.
18. Модель гидрологического барьера против загрязнения грунтовых вод.
19. Математическая реставрация Тунгусского феномена.
20. Модель климатических последствий ядерного конфликта.

### Балльная шкала для оценки реферата доклада

Раздел реферата	Кол-во баллов за раздел	Содержание элементов оценки	max балл за элемент
Оглавление	5	Раскрытие обозначенной темы пунктами оглавления	5
Введение	25	Степень отражения актуальности темы	9
		Определение цели работы	8
		Постановка задач по достижению поставленной цели	8
Основная часть	25	Раскрытие базовых определений (понятий, терминов)	5
		Критический анализ точек зрения авторов (школ, подходов)	5
		Полнота раскрытия темы	5
		Логическая связность изложения материала	5
		Авторская позиция по рассматриваемой проблеме	5
Заключение	25	Наличие кратких ответов на поставленные в работе задачи	9
		Содержательность выводов	8
		Степень обобщения работы	8
Список литературы	15	Соответствие использованной литературы теме работы	4
		Разнообразие характера используемых источников (учебники и учебные пособия, монографии, статьи, интернет-источники и др.)	4
		Современность литературы (не старше 10 лет)	2
		Наличие в работе корректных ссылок на источники литературы и веб-сайты	5
Оформление работы	5	Соответствие ГОСТу и требованиям Университета	5
ИТОГО	100		