

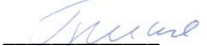


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

«СОГЛАСОВАНО»

Руководитель ОП  
«Математическое моделирование, численные методы и  
комплексы программ»

 Гриняк В. М.  
(подпись) (Ф.И.О.)  
« 09 » июля 2018 г.

«УТВЕРЖДАЮ»

Заведующий кафедрой  
Информатики, математического и компьютерного  
моделирования

 Чеботарев А.Ю.  
(подпись) (Ф.И.О.)  
« 09 » июля 2018 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ**  
Направление подготовки 09.06.01 *Информатика и вычислительная техника*  
Профиль «*Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ*»  
Форма подготовки (очная)

курс 2 семестр 4  
лекции 18 час.  
практические занятия 36 час.  
лабораторные работы не предусмотрены.  
с использованием МАО лек.        /пр. 18 /лаб.        час.  
всего часов контактной работы 54 час.  
в том числе с использованием МАО 18 час., в электронной форме        час.  
самостоятельная работа 90 час.  
в том числе на подготовку к экзаменам 18 час.  
курсовая работа / курсовой проект        семестр  
зачет        семестр  
экзамен 4 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом Министерства образования и науки РФ от 30.07.14 № 875

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения, протокол № 18 от «09» июля 2018 г.

Заведующий кафедрой Информатики, математического и компьютерного моделирования, д.ф.-м.н., профессор Чеботарев А.Ю.

Составитель (ли): к.ф.-м.н., доцент кафедры прикладной математики, механики, управления и программного обеспечения Дудко О.В.

**Оборотная сторона титульного листа**

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

Протокол от «11» июня 2019 г. № 11

Заведующий кафедрой Информатики, математического и компьютерного моделирования



(подпись)

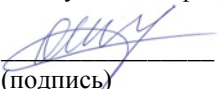
\_\_\_\_ Чеботарев А.Ю. \_\_\_\_\_

(И.О. Фамилия)

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

Протокол от «18» января 2020 г. № 5

Заведующий кафедрой Информатики, математического и компьютерного моделирования



(подпись)

Чеботарев А.Ю.

(И.О. Фамилия)

**III. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры (академического департамента):**

Протокол от «27» января 2021 г. № 4

Заведующий кафедрой/директор академического департамента



(подпись)

Чеботарев А.Ю.

(И.О. Фамилия)

## **Аннотация рабочей программы учебной дисциплины «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»**

Дисциплина «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» предназначена для аспирантов направления подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника, профиль «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Трудоемкость дисциплины 144 часа (4 з.е.), из них 27 час. лекции, 27 час. практических занятий, 54 час. самостоятельной работы, из них 36 час. на подготовку к экзаменам. Дисциплина реализуется на втором году обучения в 3,4 семестрах. Формы контроля – экзамен.

В 3 семестре трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы (72 часа). Трудоемкость лекций в 3 семестре составляет 9 часов. Трудоемкость практических занятий в 3 семестре составляет 9 часов, в том числе 9 часов в интерактивной форме. На самостоятельную работу в 3 семестре отводится 54 часа, из них 18 на подготовку к экзамену.

В 4 семестре трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы (72 часа). Трудоемкость лекций в 4 семестре составляет 18 часов. Трудоемкость практических занятий в 4 семестре составляет 18 часов, в том числе 18 часов в интерактивной форме. На самостоятельную работу в 4 семестре отводится 36 часов, из них 18 на подготовку к экзамену.

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.

В результате изучения дисциплины у аспирантов формируются следующие общепрофессиональные и профессиональные компетенции (элементы компетенций).

<b>Код и формулировка компетенции</b>	<b>Этапы формирования компетенции</b>	
ОПК-1 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
ОПК-3 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.
ОПК-5 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.
ПК-1 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.
ПК-2 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.
ПК-3 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.
ПК-4	Знает	технологии разработки комплексов проблемно-ориентированных программ для моделирования

Способность к разработке и обоснованию комплексов проблемно-ориентированных программ для моделирования предметных областей и проведения вычислительных экспериментов		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
УК-1 Способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.	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 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 компетенций в рамках дисциплины «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» применяются следующие методы активного обучения: лекции, практические занятия, проводимые в форме учебных дискуссий, выступлений с докладами, групповых обсуждений.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА**

### **3 семестр**

**(Лекции 9 часов, в том числе 9 часов с использованием методов активного обучения)**

#### **Тема 1. Основные понятия математического моделирования (2 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 (2 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 (2 час.)**

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

**Тема 5. Исследование математических моделей (2 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.

**4 семестр**

**(Лекции 18 часов, в том числе 18 часов с использованием методов активного обучения)**

**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 (3 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 (2 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 (2 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) (2 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**

### **3 семестр**

**(Практические занятия 9 часов, в том числе 9 часов с использованием методов активного обучения)**

**Занятие 1. Обсуждение основных понятий математического моделирования (2 час.)**

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

**Занятие 3. Обсуждение моделей механических систем: маятник, колебания струны, электромагнитные колебания и т.д. (2 час.)**

**Занятие 4. Обсуждение областей применения моделей трудноформализуемых объектов, аналогий между физическими и социально-экономическими процессами (2 час.)**

**Занятие 5. Подготовка к научному докладу (часть 1 – математическое моделирование) (1 час.)**



#### 4 семестр

(Практические занятия 18 часов, в том числе 18 часов с использованием методов активного обучения)

**Занятие 1. Обсуждение основных положений теории погрешностей (2 час.)**

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

**Занятие 3. Практическое ознакомление с численными методами математического анализа: численного дифференцирования, интегрирования, решения задач Коши для ОДУ и систем ОДУ (2 час.)**

**Занятие 4. Практическое ознакомление с численными методами оптимизации. Обсуждение областей применения (2 час.)**

**Занятие 5. Практическое ознакомление с основными принципами построения конечноразностных схем для различных задач математической физики (2 час.)**

**Занятие 6. Практическое ознакомление с МКЭ для решения ОДУ и уравнений в частных производных (МКЭ) (2 час.)**

**Занятие 7. Практическое ознакомление с МГЭ для решения задач математической физики (2 час.)**

**Занятие 8. Практическое ознакомление с системами компьютерной алгебры (на примере MathCAD и Wolfram Mathematica), современными программными комплексами (на примере MATLAB) (2 час.)**

**Занятие 9. Подготовка к научному докладу (часть 2 – численное моделирование) (2 час.)**

Научные доклады (с рефератом и презентацией) первого и второго семестров освоения дисциплины представляют собой два раздела (раздел 1 – математическое моделирование; раздел 2 – численное моделирование), объединенные одной темой. Рекомендуемые темы докладов представлены в приложении 1.

### **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. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛИ КУРСА

3 семестр

№ п/п	Контролируемые разделы	Коды, наименование и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Теоретическая часть	ПК-2 Способность к разработке и обоснованию качественных и приближенных методов исследования математических моделей различных объектов и явлений	Знает	Конспект	Вопросы для подготовки к экзамену 1-8
		ПК-3 Способность к разработке, анализу и исследованию математических методов моделирования различных объектов и явлений	Знает		
2	Практическая часть	ПК-2 Способность к разработке и обоснованию качественных и приближенных методов исследования математических моделей различных объектов и явлений	Умеет	Реферат доклада с презентацией	
		ПК-3 Способность к разработке, анализу и исследованию математических методов моделирования различных объектов и явлений	Умеет		

## 4 семестр

№ п/п	Контролируемые разделы	Коды, наименование и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Теоретическая часть	ПК-1 Способность к разработке, обоснованию и тестированию эффективных численных методов с применением ЭВМ	Знает	Конспект	Вопросы для подготовки к экзамену 1-8
		ПК-4 Способность к разработке и обоснованию комплексов проблемно-ориентированных программ для моделирования предметных областей и проведения вычислительных экспериментов	Знает		

2	Практическая часть	ПК-1 Способность к разработке, обоснованию и тестированию эффективных численных методов с применением ЭВМ	Умеет	Реферат доклада с презентацией
		ПК-4 Способность к разработке и обоснованию комплексов проблемно-ориентированных программ для моделирования предметных областей и проведения вычислительных экспериментов	Умеет	

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении 2.

## **V. 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.

## **VI. 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.

## **VII. 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.



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

---

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ  
РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

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

Направление подготовки *09.06.01 Информатика и вычислительная техника*  
Профиль «*Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ*»  
Форма подготовки (очная)

**Владивосток  
2018**



## План-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине

### 3 семестр

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-3 неделя	Подбор основной и дополнительной литературы к первому разделу дисциплины	6 час.	Текущий контроль готовности
2	4-6 неделя	Подбор основной и дополнительной литературы к докладу	6 час.	Текущий контроль готовности
3	7-12 неделя	Написание реферата доклада	12 час.	Текущий контроль готовности
4	13-16 неделя	Подготовка презентации доклада	8 час.	Текущий контроль готовности
5	17-18 неделя	Подготовка к промежуточной аттестации	4 час.	Экзамен

### 4 семестр

№ п/п	Дата/сроки выполнения	Вид самостоятельной работы	Примерные нормы времени на выполнение	Форма контроля
1	1-3 неделя	Подбор основной и дополнительной литературы ко второму разделу дисциплины	3 час.	Текущий контроль готовности
2	4-6 неделя	Подбор основной и дополнительной литературы к докладу	3 час.	Текущий контроль готовности
3	7-12 неделя	Написание реферата доклада	6 час.	Текущий контроль готовности
4	13-16 неделя	Подготовка презентации доклада	4 час.	Текущий контроль готовности
5	17-18 неделя	Подготовка к промежуточной аттестации	2 час.	Экзамен

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**

Научные доклады (с рефератом и презентацией) первого и второго семестров освоения дисциплины представляют собой два раздела под одной и той же темой: Раздел 1 – Математическое моделирование; Раздел 2 – Численное моделирование.

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 докладом. 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**

##### **3 семестр**

#### **Раздел 1 – Математическое моделирование**

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 семестр**

#### **Раздел 2 – Численное моделирование**

1. Краткое описание объекта моделирования, включая формальную математическую модель.
2. Обоснование выбора наиболее рационального способа решения поставленной задачи. Предложения по выбору наиболее подходящего с точки зрения докладчика численного метода.
3. 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»**  
(ДФУ)

---

---

**ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК**

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

Направление подготовки *09.06.01 Информатика и вычислительная техника*  
Профиль *«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»*  
Форма подготовки (очная)

**Владивосток**  
**2018**

## Паспорт ФОС

### Формируемые компетенции

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ПК-1 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.
ПК-2 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.
ПК-3 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.
ПК-4 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

экспериментов		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
	Владеет	навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования.

### 3 семестр

№ п/п	Контролируемые разделы	Коды, наименование и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Теоретическая часть	ПК-2 Способность к разработке и обоснованию качественных и приближенных методов исследования математических моделей различных объектов и явлений	Знает	Конспект	Вопросы для подготовки к экзамену 1-8
		ПК-3 Способность к разработке, анализу и исследованию математических методов моделирования различных объектов и явлений	Знает		
2	Практическая часть	ПК-2 Способность к разработке и обоснованию качественных и приближенных методов исследования математических моделей различных объектов и явлений	Умеет	Реферат доклада с презентацией	

		ПК-3 Способность к разработке, анализу и исследованию математических методов моделирования различных объектов и явлений	Умеет		
--	--	--	-------	--	--

**4 семестр**

№ п/п	Контролируемые разделы	Коды, наименование и этапы формирования компетенций		Оценочные средства	
				Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Теоретическая часть	ПК-1 Способность к разработке, обоснованию и тестированию эффективных численных методов с применением ЭВМ	Знает	Конспект	Вопросы для подготовки к экзамену 1-8
		ПК-4 Способность к разработке и обоснованию комплексов проблемно-ориентированных программ для моделирования предметных областей и проведения вычислительных экспериментов	Знает		

2	Практическая часть	ПК-1 Способность к разработке, обоснованию и тестированию эффективных численных методов с применением ЭВМ	Умеет	Реферат доклада с презентацией	
---	--------------------	--	-------	--------------------------------	--

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели
Способность к разработке, обоснованию и тестированию эффективных численных методов с применением ЭВМ (ПК-1)	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	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



			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 методы с использованием современных пакетов моделирования	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, полностью подходящие для моделирования в области выполняемых исследований	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, 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	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	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

объектов и явлений (ПК-2)	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 методов исследования математических моделей различных объектов и явлений.	владение методами обоснования качественных и приближенных методов исследования математических моделей с учетом специфики моделируемых объектов и явлений	способность владения методами обоснования качественных и 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 (ПК-3)	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	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

			<b>применения</b>	
	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 (ПК-4)	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 (продвинутой)	разрабатывать, обосновывать и тестировать комплексы проблемно-ориентированных программ для моделирования предметных областей и проведения	умение разрабатывать, обосновывать и тестировать комплексы проблемно-ориентированных программ моделирования и проведения	способность разрабатывать, обосновывать и тестировать комплексы проблемно-ориентированных программ моделирования и проведения вычислительных

		вычислительных экспериментов; выбирать, модифицировать и тестировать существующие комплексы проблемно-ориентированных программ для моделирования предметных областей и проведения вычислительных экспериментов	вычислительных экспериментов с учетом специфики сферы применения; умение выбирать, модифицировать и тестировать существующие комплексы проблемно-ориентированных программ для моделирования и проведения вычислительных экспериментов с учетом специфики заданной предметной области	экспериментов с учетом специфики сферы применения; выбирать, модифицировать и тестировать существующие комплексы проблемно-ориентированных программ для 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 для промежуточной аттестации

Экзамен по дисциплине проставляется по результатам промежуточной аттестации с учетом текущего контроля теоретической и практической частей.

#### Вопросы для подготовки к экзамену

по дисциплине «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

#### 3 семестр

1. Перечислите и обоснуйте основные цели и задачи математического моделирования.

2. Дайте определение понятий: модель, математическая модель, натурная модель, абстрактная модель, компьютерная модель. Приведите примеры.

3. Опишите различные подходы к классификации математических моделей.

4. Опишите основные этапы построения математической модели.

5. Приведите примеры и краткое описание математических моделей в механике.

6. Приведите примеры и краткое описание математических моделей в экономике.

7. Приведите примеры и краткое описание математических моделей в биологии.

8. Опишите методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем.

#### 4 семестр

1. Дайте краткое описание численных методов интерполяции и аппроксимации функциональных зависимостей.

2. Дайте краткое описание методов численного дифференцирования и интегрирования.

3. Дайте краткое описание численных методов поиска экстремума функций одной и нескольких переменных.

4. Перечислите и классифицируйте вычислительные методы линейной алгебры.

5. Дайте краткое описание основных численных методов решения систем дифференциальных уравнений.

6. Дайте краткое описание метода конечных элементов. Приведите пример области его применения.

7. Перечислите основные принципы проведения вычислительного эксперимента.

8. Приведите примеры пакетов прикладных программ компьютерной алгебры. Опишите их основное назначение, достоинства и недостатки.

### Оценочные средства для текущего контроля

#### Контролируемые разделы теоретической части дисциплины

#### 3 семестр

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

#### 4 семестр

1. Элементы теории погрешностей

2. Численные методы алгебры и анализа

- 2.1. Численные методы алгебры
- 2.2. Численные методы математического анализа
- 2.3. Численные методы оптимизации
3. Численные методы решения задач для уравнений математической физики
  - 3.1. Метод конечных разностей
  - 3.2. Метод конечных разностей решения многомерных задач математической физики. Методы расщепления
  - 3.3. Метод конечных элементов (МКЭ)
  - 3.4. Метод граничных элементов (ГЭ)
4. Современные программные комплексы для решения задач математического моделирования

#### 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		