

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.13 СПЕЦСЕМИНАР

«Современные проблемы математического моделирования»

Направление подготовки 01.04.02 Прикладная математика и информатика

Направленность (профиль) Математическое моделирование

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника магистр

Краснодар 2017

Рабочая программа дисциплины «СПЕЦСЕМИНАР» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки **01.04.02 Прикладная математика и информатика** (уровень магистратуры), утвержденным приказом Министерства образования и науки Российской Федерации № 911 от 28 августа 2015 г.

Программу составил:

Бабешко В.А., акад. РАН, д-р физ.-мат. наук, проф., зав. кафедрой математического моделирования КубГУ

Рабочая программа дисциплины «Спецсеминар» утверждена на заседании кафедры математического моделирования протокол № 16 «21» июня 2017 г.

Заведующий кафедрой математического моделирования акад. РАН, д-р физ.-мат. наук, проф. Бабешко В.А.

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики протокол № 4 «29» июня 2017 г.

Председатель УМК факультета  
канд. физ.-мат. наук, доцент Малыхин К.В.

Рецензенты:

Калинчук В.В., д-р физ.-мат. наук, заведующий комплексным отделом механики, химии, физики и нанотехнологий Южного научного центра РАН

Калайдин Е.Н., д-р физ.-мат. наук, зав. кафедрой «Математика и информатика» Финансового университета при Правительстве РФ (Краснодарский филиал)

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины**

### **1.1 Цель освоения дисциплины**

Магистерская программа «Математическое моделирование» по направлению «Прикладная математика и информатика» предполагает значительный объем научно-исследовательской работы студентов, на подготовку к реализации которой нацелен спецсеминар «Современные проблемы математического моделирования». Работа спецсеминара проходит в рамках научно-исследовательских направлений кафедр, обеспечивающих подготовку по магистерской программе.

Научная деятельность в рамках магистерской программы ориентирована на формирование у студентов исследовательских компетенций и их практическую реализацию. Программа спецсеминара определяет цели, порядок организации и основные формы его проведения, а также связь с основными направлениями научных исследований кафедр, обеспечивающих подготовку по магистерской программе.

Программа спецсеминара подвергается ежегодной модификации.

**Цель дисциплины:** знакомство с современными проблемами математического моделирования, выработка у студентов компетенций и навыков исследовательской работы, обеспечение высокого качества научных исследований по проблемам математического моделирования в естествознании, технике и экономике и, как следствие, высокого уровня магистерских диссертаций.

Цели дисциплины соответствуют следующим формируемым компетенциям: ОК-3, ОПК-1, ОПК-3, ПК-5, ПК-12.

### **1.2 Задачи дисциплины**

Основные задачи дисциплины:

- координация усилий и обобщение опыта научных исследований отечественных и зарубежных ученых в области математического моделирования;
- формирование у студентов представления о тематическом поле проблемы с целью выбора научного направления исследования и темы магистерской диссертации;
- обеспечение необходимой методологической и методической поддержки магистерских диссертаций в соответствии с их целями и задачами;
- выработка навыков ведения научных дискуссий, презентации теоретических концепций и результатов собственных исследований, а также возможностей их практической реализацией в технологиях, экологии, и экономике;
- формирование навыков научно-исследовательской работы, включающей в себя вопросы построения и верификации моделей, выполнения численных экспериментов и интерпретации получаемых результатов, реферирование, написание статей и докладов.

### **1.3 Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Методы анализа данных» относится к дисциплинам по выбору вариативной части Блока 1 "Дисциплины (модули)" подготовки магистра, базируется на знаниях, полученных по стандарту высшего образования.

Место курса в профессиональной подготовке магистра определяется ролью методов анализа и интерпретации данных в формировании высококвалифицированного специалиста в любой области знаний, использующей математические модели.

Имеется логическая и содержательно-методическая взаимосвязь с другими частями ООП ВО. Курсы обязательные для предварительного изучения: математический анализ,

функциональный анализ, уравнения математической физики, теория функций комплексного переменного, теория вероятностей и математическая статистика.

Дисциплины, в которых используется материал данной дисциплины: научно-исследовательская практика, научно-исследовательская работа в семестре, итоговая государственная аттестация.

#### 1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате изучения курса спецсеминар «современные проблемы математического моделирования» должен овладеть:

Код компетенции	Формулировка компетенции
ОК-3	готовностью к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала
Знать	– классификацию математических моделей; – методы построения математических моделей
Уметь	– обоснованно выбрать подход к построению математической модели; – обоснованно выбрать метод исследования.
Владеть	– навыками оценки области применимости выбранной модели; – навыками оценки вычислительной сложности модели.
ОПК-1	готовностью к коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности
Знать	– методику подготовки научного доклада для публичного выступления; – специфику выбора средств для представления информации.
Уметь	– представить доклад по тематике исследования, в том числе на иностранном языке; – выступать в аргументированном процессе в роли докладчика, слушателя, оппонента
Владеть	– навыками убедительной и доказательной речи; – навыками ведения научной переписки, в том числе на иностранном языке; – опытом ведения дискуссии.
ОПК-3	способностью самостоятельно приобретать с помощью информационных технологий и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности, расширять и углублять свое научное мировоззрение
Знать	– основные информационные ресурсы для получения новых знаний; – способы и средства получения, переработки и представления информации с помощью ин-формационно-коммуникационных технологий.
Уметь	– организовывать процессы поиска информации на основе IT-технологий
Владеть	– навыками работы с различными электронными источниками информации; – навыками использования пакетов прикладных программ
ПК-5	способностью управлять проектами, планировать научно-исследовательскую деятельность, анализировать риски, управлять командой проекта

Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– способы использования методов моделирования для решения научных задач;</li> <li>– принципы выбора методов и средств построения математической модели;</li> <li>– принципы планирования и оценки сроков проведения исследования;</li> <li>– основные этапы построения математической модели</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– проводить верификацию математической модели;</li> <li>– оценить адекватность построенной модели;</li> <li>– подготовить программу научного исследования.</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками анализа, сопоставления и обобщения результатов теоретических и практических исследований в предметной области;</li> <li>– навыками планирования исследовательской деятельности</li> </ul>
ПК-12	способностью к взаимодействию в рамках международных проектов и сетевых сообществ в области прикладной математики и информационных технологий
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>– современные тенденции развития научных и прикладных достижений в области математического моделирования;</li> <li>– связи между областями прикладной математики и информационных технологий по направлению магистратуры</li> </ul>
Уметь	<ul style="list-style-type: none"> <li>– эффективно использовать тематические печатные и электронные ресурсы, в том числе на иностранном языке;</li> <li>– представлять связи между профессиональными сетевыми сообществами по конкретным направлениям</li> </ul>
Владеть	<ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками анализа, сопоставления и обобщения результатов теоретических и практических исследований в предметной области;</li> <li>– средствами сетевой коммуникации</li> </ul>

Спецсеминар проводится в течение двух семестров первого года обучения. На протяжении всего этого периода он включает еженедельные аудиторные занятия и самостоятельную работу студентов. Участие в работе семинара является обязательным для студентов в течение первого и второго семестров.

Семинар ориентирован на представления о тематическом поле подготовку магистерской диссертации. Промежуточной формой ее подготовки в рамках работы семинара является написание курсовой работы. Курсовая работа должна представлять собой либо часть будущей диссертации, либо обоснование проблематики будущего диссертационного исследования, которую в ходе непосредственной подготовки магистерской диссертации предстоит раскрыть при помощи тех или иных методов анализа.

В рамках семинара реализуются различные **формы работы со студентами:**

- заслушивание сообщений по проблемам, методологии и методам научных и прикладных исследований в области математического моделирования, механики сплошной среды;
- обсуждение тематики курсовых работ студентов магистратуры;
- обсуждение аналитических обзоров исследований по выбранной теме;
- проведение защит курсовых работ.

С целью помочь магистрантам сделать первые шаги в научной работе предполагаются не только сообщения руководителя семинара, но и доклады участников семинара по предложенным и выбранным для выступлений и исследований темам.

В обсуждениях на семинаре планируется активное участие всех студентов магистратуры, обучающихся по магистерской программе «Математическое моделирование». Знания и навыки, получаемые обучающимися в результате изучения дисциплины, необходимы для подготовки магистрантов к работе в ходе ведения ими профессиональной деятельности.

Этапы и формы работы в рамках семинара представлены в таблице 1.

Таблица 1

Этапы работы	Формы проведения занятия
<b>I семестр</b>	
Выбор тематики исследования, формулировка темы, определение методов исследования	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Обзорные лекции (современное состояние, проблемы и перспективы развития математического моделирования);</li> <li>– Лекции по методологии исследований;</li> <li>– Коллективное обсуждение тем исследований;</li> <li>– Обзорные лекции по исследовательским направлениям КубГУ и ЮНЦ РАН;</li> <li>– Профориентационные лекции;</li> <li>– Индивидуальные консультации.</li> </ul>
Подготовка и обсуждение проекта курсовой работы	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Презентации тем исследований;</li> <li>– Публичное обсуждение проектов.</li> </ul>
Этапы работы	Формы проведения занятия
<b>II семестр</b>	
Обзор публикаций по теме курсовой работы, подготовка теоретической части работы (постановка задач, выбор и обоснование методов исследования и решения), проведение вычислительных экспериментов	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Подготовка реферативного обзора;</li> <li>– Дискуссия;</li> <li>– Занятия по подготовке публикаций;</li> <li>– Представление аналитических обзоров по тематике курсовой работы;</li> <li>– Коллективные дискуссии (круглые столы);</li> <li>– Индивидуальные консультации.</li> </ul>
Защита курсовой работы	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Презентация результатов курсовой работы;</li> <li>– Дискуссия</li> </ul>

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа. Дисциплина «Спецсеминар» состоит из лабораторных занятий, сопровождаемых регулярной индивидуальной работой преподавателя со студентами в процессе самостоятельной работы. В конце семестров 1, 2 проводится зачет.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)	
		1	2
<b>Контактная работа (всего)</b>	<b>66,4</b>	<b>32,2</b>	<b>34,2</b>
В том числе:			
Занятия лекционного типа	–	–	–
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	–	–	–
Лабораторные занятия	52	32	20

<b>Иная контактная работа:</b>				
Контроль самостоятельной работы (курсовая работа)	14	–	14	
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,4	0,2	0,2	
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>	<b>5,6</b>	<b>3,8</b>	<b>1,8</b>	
В том числе:				
Проработка учебного (теоретического) материала	2,8	2	0,8	
Подготовка к текущему контролю	2,8	1,8	1	
<b>Форма контроля: Зачет, зачет</b>				
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>72</b>	<b>36</b>	<b>36</b>
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>66,4</b>	<b>32,2</b>	<b>34,2</b>
	<b>зач. ед</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины. Разделы дисциплины, изучаемые в 1 семестре и 2 семестре.

№	Наименование разделов	Количество часов		
		Всего	Аудиторная работа	Внеаудиторная работа
			ЛР	СРС
<b>Семестр 1</b>				
1	Методические вопросы и история математического моделирования.	4	4	–
2	Математическое моделирование в естествознании.	2	2	–
3	Математические модели в экономике	2	2	–
4	Моделирование технологических процессов.	2	2	–
5	Подготовка публикации. Коллективное обсуждение тем исследования	5	4	1
6	Модели механики сплошной среды.	14	14	–
7	Презентации тем исследований. Публичное обсуждение проектов	3,8	2	1,8
8	Обзор изученного материала. Проведение зачета	3	2	1
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	–	–
<b>Всего в семестре 1</b>		<b>36</b>	<b>32</b>	<b>3,8</b>
<b>Семестр 2</b>				
9	Математические модели в экологии	4	4	–
10	Статистические модели	2	2	–
11	Модели мембранной электрохимии.	2	2	–
12	Моделирование напряженно-деформированного состояния неоднородных сред	2	2	–
13	Исследование прочностных свойств материалов с покрытиями	2	2	–
14	Исследование внутренних деформаций и напряжений в материалах блочного строения	2	2	–
15	Методы моделирования конструкций из блочных и композиционных материалов.	5,8	4	1,8

№	Наименование разделов	Количество часов		
		Всего	Аудиторная работа	Внеаудиторная работа
			ЛР	СРС
16	Презентация результатов курсовой работы. Дискуссия. Проведение зачета	2	2	–
КРП		14	–	–
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	–	–
<b>Всего в семестре 2</b>		<b>36</b>	<b>20</b>	<b>1,8</b>
<b>Итого:</b>		<b>72</b>	<b>52</b>	<b>5,6</b>

### 2.3 Содержание разделов дисциплины:

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Методические вопросы и история математического моделирования.	Методические вопросы создания и применения математических моделей в процессе научных исследований. История моделирования.	Дискуссия
2	Математическое моделирование в естествознании.	Математические модели в естественных науках. Общие принципы и задачи моделирования.	Дискуссия; аналитический обзор
3	Математические модели в экономике	Современные методы моделирования экономических систем.	Дискуссия; аналитический обзор; обсуждение проектов курсовых работ
4	Моделирование технологических процессов.	Методология моделирования технологических объектов.	Дискуссия; аналитический обзор; обсуждение проектов курсовых работ
5	Модели механики сплошной среды.	Основные гипотезы. Физико-математические модели механики деформируемого твердого тела. Модели линейной теории упругости. Колебания и волны в упругой среде. Методы теории упругости.	Дискуссия; аналитический обзор; обсуждение проектов курсовых работ; защита курсовых работ
6	Математические модели в экологии	Моделирование процесса миграции загрязняющих примесей. Статистические модели.	Дискуссия; аналитический обзор; обсуждение проектов курсовых работ; защита курсовых работ
7	Модели мембранной электрохимии.	Краевые задачи для системы электродиффузионных уравнений.	Дискуссия; аналитический обзор; обсуждение проектов курсовых работ; защита курсовых работ

№ раздела	Наименование раздела	Содержание раздела	Форма текущего контроля
1	2	3	4
8	Моделирование напряженно-деформированного состояния неоднородных сред	Моделирование напряженно-деформированного состояния неоднородных сред со сложными свойствами. Исследование прочностных и резонансных свойств материалов и сред. Методы моделирования конструкций из блочных и композиционных материалов.	Дискуссия; аналитический обзор; обсуждение проектов курсовых работ; защита курсовых работ

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

Учебный план не предусматривает занятий лекционного типа по дисциплине «Спецсеминар».

### 2.3.2 Занятия семинарского типа

Учебный план не предусматривает занятий семинарского типа по дисциплине «Спецсеминар».

### 2.3.3 Лабораторные занятия

#### Темы семинаров (проблемных блоков)

##### Семестр 1

1. Методические вопросы создания и применения математических моделей в процессе научных исследований. *Основные понятия и принципы моделирования как метода научного познания. Методические подходы к выполнению начальных этапов моделирования: концептуального проектирования, формализации и алгоритмизации моделей.*
2. История математического моделирования. *История моделирования. Технологии вычислительного эксперимента. Имитационное моделирование и компьютерный эксперимент в современной науке и технике. Современное состояние и проблемы математического моделирования.*
3. Математическое моделирование в естествознании. *Общие принципы и задачи моделирования. Элементы моделирования. Этапы построения математической модели. Элементы теории подобия, применяемые в моделировании. Математические методы, применяемые для построения моделей.*
4. Современные методы моделирования экономических систем. *Имитационные, эконометрические, балансовые модели, модели общего экономического равновесия и др.*
5. Моделирование технологических процессов. *Методология моделирования технологических объектов. Системный подход и системные модели. Экспериментальное направление в моделировании.*
6. Подготовка научной публикации. *Виды и характерные особенности научных публикаций. Формулировка темы. Структура и содержание работы. Ссылки и сноски. Формы представления результатов. Оформление работы.*
7. Коллективное обсуждение тем исследования

**8.** Математическое моделирование в механике сплошной среды. *Микроскопическое и макроскопическое описание физических систем, состоящих из очень большого числа частиц. Основные гипотезы механики сплошной среды: гипотеза сплошности, физически бесконечно малый объем, евклидовость пространства, абсолютное время, механика Ньютона, классическая термодинамика, электродинамика материальных сплошных сред.*

**9–11.** Физико-математические модели механики деформируемого твердого тела. *Теория напряжений сплошной среды. Работа напряжений и вариационные принципы. Теория определяющих уравнений: упругие и вязкоупругие материалы.*

**12.** Модели линейной теории упругости. *Основные уравнения статики и динамики линейной теории упругости. Некоторые линейные задачи. Вариационные методы решения задач. Методы интегральных преобразований. Методы теории комплексной переменной в задачах теории упругости.*

**13.** Колебания и волны в упругой среде. *Волны расширения и сдвига. Плоские волны. Отражение плоских волн от жесткой и свободной поверхности. Поверхностные волны Релея и Лява.*

**14.** Методы линейной теории упругости. *Применение асимптотических разложений по малому параметру для построения уравнений малой размерности по пространственным переменным для тел малой толщины. Уравнения теории слоя, теории пластин и оболочек.*

**15-16.** Презентации тем исследований. Публичное обсуждение проектов.

В первом семестре не менее трех занятий планируется предоставить под площадки для представления результатов и дискуссий. Проводится обсуждение тем исследований с применением знаний, полученных на семинаре.

## Семестр 2

**1-2.** Моделирование процесса миграции загрязняющих примесей. *Уравнение переноса и диффузии для многокомпонентной примеси. Постановка основных задач. Методы решения задач переноса и осаждения примеси с учетом ландшафта подстилающей поверхности.*

**3.** Статистические модели. *Уравнения регрессии и парной корреляции. Нелинейный регрессионный анализ. Динамические статистические модели. Многофакторные эколого-математические модели.*

**4.** Модели мембранной электрохимии. *Краевые задачи для системы электродиффузионных уравнений. Алгоритмы численного решения краевых задач для системы одномерных уравнений Нернста–Планка–Пуассона. Двумерные математические модели переноса бинарного электролита в электромембранных системах.*

**5.** Моделирование напряженно-деформированного состояния неоднородных сред со сложными свойствами. *Термоэлектроупругие задачи. Задачи для преднапряженных тел. «Вирусы» вибропрочности. Распространение упругих волн в многослойных электроупругих структурах с дефектами.*

**6.** Исследование прочностных свойств материалов с покрытиями. *Постановка краевых задач, описывающих поведение материалов с покрытиями в статическом случае и в условиях гармонических воздействий для линейных термоэлектроупругих сред. Методы исследования задач для случая разнотипных покрытий.*

7. Исследование внутренних деформаций и напряжений в материалах блочного строения. *Дифференциальный метод факторизации решения граничных задач для систем уравнений в частных производных для выпуклой области.*

8. Методы моделирования конструкций из блочных и композиционных материалов. *Дифференциальный метод факторизации для блочной структуры. Метод блочного элемента.*

9, 10. Презентация результатов курсовой работы. Дискуссия.

В рамках научно-исследовательского семинара осуществляется защита подготовленных курсовых работ. Студенты проходят стандартную процедуру защиты, включающую доклад, сопровождаемый презентацией, вопросы и свободную дискуссию.

Во втором семестре не менее двух занятий планируются как площадки для представления результатов и дискуссий.

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ

Учебный план предусматривает курсовую работу по дисциплине «Спецсеминар» в семестре 2.

#### Примерная тематика курсовых работ:

- Исследование волновых полей в сплошных средах;
- Динамические задачи для сред, обладающих сложными свойствами (термо- и электроупругие задачи) и методы их решения;
- Моделирование экологических и экономических процессов и систем
- Математическое моделирование биологических процессов и систем
- Разработка и реализация предметно-ориентированных информационных систем
- Модели адаптивных и насыщенных семантикой баз данных.

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1	Подготовка к текущему контролю и промежуточному контролю	1. Новиков А.М., Новиков Д.А. Методология научного исследования. М.: Либроком, 2012. 280 с +[Электронный ресурс]. – Режим доступа: <a href="https://e.lanbook.com/book/30202">https://e.lanbook.com/book/30202</a> .
2	Подготовка индивидуальных заданий	2. Рогожин М.Ю. Подготовка и защита письменных работ. М.; Берлин: Директ-Медиа, 2014. 238 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=253712">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=253712</a> .

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

Целью самостоятельной работы является углубление знаний, полученных в результате аудиторных занятий, выработка навыков индивидуальной работы, закрепление навыков, сформированных во время лабораторных занятий.

Самостоятельная работа подразумевает подготовку студентов к лабораторным занятиям, а также подготовку индивидуального итогового задания по отдельной теме согласно учебной программе дисциплины.

Самостоятельной работе по подготовке индивидуального задания отводится особое место. Преподавателем проводятся консультации, которые студент может посещать по желанию.

### **3. Образовательные технологии**

В первом семестре (семестр 1) освещаются направления исследований, которые могут быть использованы магистрантами, акцентируя внимание на основных методах исследования, оформления, и структурирования работы. Проводится также цикл профориентационных занятий, при этом акцент делается на представлении научного опыта преподавателей и сотрудников КубГУ и Южного научного центра РАН, базовой кафедрой которого является кафедра математического моделирования. Демонстрации тематики и результатов исследовательской деятельности поможет студентам осуществить выбор темы и руководителя.

В первом семестре обучающийся должен выбрать тему курсовой работы (ориентированной на будущую магистерскую диссертацию) и сформировать первоначальный план этой работы, а также разработать основные методологические части работы (выбор модели, постановка задачи, подбор методов исследования и т.д.). Выбор темы осуществляется индивидуально, но каждая тема обсуждается с преподавателем.

Курсовая работа оформляется в формате Word общим объемом не более 5 страниц и представляется в виде презентации средствами Power Point. По каждой курсовой помимо выступающего назначается оппонент, который должен заранее прочитать проект и высказать критические замечания. Такая форма призвана побудить студентов активно искать темы курсовых работ и своевременно определиться с методами исследования, а также руководителем.

После публичного обсуждения проектов студенты приступают к написанию курсовой работы. Существенной частью курсовой работы является подготовка реферативного обзора публикаций по теме. Этой работе способствуют занятия по правилам подготовки и написания академических работ.

В течение подготовки курсовой работы студенты проводят групповое обсуждение первоначальных текстов этих работ (круглые столы). В этот период семинар работает в режиме дискуссионной площадки, основная цель которой – помочь автору доработать исследование, более четко сформулировать результаты.

В ходе спецсеминара во втором семестре проводится защита курсовых работ, основная цель которой – оценка работы не только преподавателями, но и коллегами студента. Для обсуждения каждой работы также назначается оппонент. Кроме того, студенты выполняют рецензирование работ друг друга.

Курсовая работа оформляется в формате Word общим объемом не менее 20 страниц и представляется в виде презентации средствами Power Point групповому обсуждению.

В ходе подготовки курсовой работы студенты готовят научные публикации, выступают на конференциях, а также научных семинарах кафедр математического моделирования, Института математики, механики и информатики, научно-исследовательского центра предупреждения геотехногенных катастроф и подразделений ЮНЦ РАН.

На семинаре используется интерактивная подача материала с мультимедийной системой. Лабораторные занятия предусматривают компьютерные эксперименты. Такое сочетание позволяет оптимально использовать отведенное время и раскрывать логику и содержание дисциплины.

В ходе проведения спецсеминара используются формы занятий, приведенные в таблице 1. При подаче материала используется мультимедийная система или интерактивная доска. Интерактивные формы проведения занятий: дискуссия, конференция, круглый стол.

Семестр	Вид занятия	Используемые интерактивные образовательные технологии		Общее количество часов
1	ЛР	1	Обсуждение результатов компьютерных экспериментов	4
		2	Работа в группах, дискуссия	2
2	ЛР	3	Работа в режимах «студент – студент», «студент – преподаватель»	2
		4	Конференция (представление результатов выполнения курсовых работ)	2
<i>Итого</i>				10

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

#### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Учебная деятельность проходит в соответствии с графиком учебного процесса. Процесс самостоятельной работы контролируется во время аудиторных занятий и индивидуальных консультаций.

Целью текущего контроля знаний является проверка ритмичности работы обучаемых, оценка усвоения материала, а также приобретенных знаний, умений и навыков.

Текущий контроль осуществляется на каждом лабораторном занятии преподавателем, проводящим эти занятия. Текущий контроль выполнения самостоятельной работы осуществляется преподавателем на консультациях.

Фонд оценочных средств дисциплины состоит из средств текущего контроля (см. тем рефератов) и промежуточной аттестации (зачета).

Обязательным условием допуска студента к зачету является успешное выполнение и представление реферата и выполнения лабораторных работ.

Оценка успеваемости осуществляется по результатам: самостоятельного выполнения лабораторных работ, устного опроса, представления реферата и ответа на зачете.

Рефераты и индивидуальные задания являются важным элементом технологии адаптивного обучения.

#### **4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля**

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования**

##### **Примерные темы рефератов**

1. Модели нелинейной теории упругости.
2. Методы планирования эксперимента.
3. Обучающиеся генетические алгоритмы прогнозирования.
4. Имитационные, эконометрические и балансовые модели экономических систем.
5. Модели мембранной электрохимии на основе уравнений Нернста–Планка–Пуассона.
6. Модели переноса электролита в электромембранных системах.
7. Математические модели физико-механических процессов в геологических структурах.
8. Имитационные модели и компьютерный эксперимент в современной науке и технике.
9. Моделирования многомасштабных процессов в природных и технических системах.
10. Модели стартового землетрясения при гармонических воздействиях.
11. Моделирование процессов распространения и трансформации загрязнений.
12. Моделирование нарастания напряжений в механической концепции прогноза сейсмичности.
13. Дифференциальный и интегральный методы факторизации в реализации моделей динамики деформируемых структур.
14. Метод блочного элемента для композиционных материалов.
15. Топологический метод моделирования литосферных плит с разломами.

#### **4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Основные требования к результатам освоения дисциплины представлены в таблице в виде признаков сформированности компетенций. Требования формулируются по двум уровням: пороговый и повышенный и в соответствии со структурой, принятой в ФГОС ВО: знать, уметь, владеть.

##### **Примерный перечень вопросов, выносимых на зачет**

###### **Семестр 1**

1. Классификация моделей. Параметры и характеристики. Верификация моделей.
2. Математическое моделирование в естествознании. Общие принципы и задачи моделирования. Элементы моделирования. Этапы построения математической модели.
3. Элементы теории подобия, применяемые в моделировании. Математические методы, применяемые для построения моделей.
4. Введение безразмерных параметров при построении и анализе моделей.
5. Современные методы моделирования экономических систем. Имитационные, эконометрические, балансовые модели, модели общего экономического равновесия.
6. Моделирование сложных систем. Математические модели в экономике
7. Метод потоковых диаграмм Форрестера. Уравнения уровней и темпов. Моделирование запаздываний различного порядка
8. Моделирование технологических процессов. Методология моделирования технологических объектов.

9. Системный подход и системные модели. Экспериментальное направление в моделировании.
10. Виды моделей оценки загрязнения окружающей среды.
11. Модели миграции загрязнений на основе уравнения конвекции-диффузии.
12. Характеристики случайных переменных. Общая схема статистического моделирования
13. Моделирование случайных явлений. Оценивание. Выборочный метод
14. Этапы системного моделирования. Алгоритмизация математических моделей
15. Основные задачи анализа и интерпретации данных. Методы статистического оценивания и сравнения выборок.
16. Методы моделирования случайных величин. Метод неравномерной рулетки. Метод отбраковки.
17. Генетические алгоритмы и их применение в моделях биологических систем.
18. Математическое моделирование в механике сплошной среды. Микроскопическое и макроскопическое описание физических систем, состоящих из очень большого числа частиц.
19. Основные гипотезы механики сплошной среды: гипотеза сплошности, физически бесконечно малый объем, евклидовость пространства, абсолютное время, механика Ньютона, классическая термодинамика, электродинамика материальных сплошных.
20. Колебания и волны в упругой среде. Волны расширения и сдвига.

## Семестр 2

1. Моделирование процесса миграции загрязняющих примесей. Уравнение переноса и диффузии для многокомпонентной примеси.
2. Постановка основных задач. Методы решения задач переноса и осаждения примеси с учетом ландшафта подстилающей поверхности.
3. Статистические модели. Уравнения регрессии и парной корреляции.
4. Нелинейный регрессионный анализ. Динамические статистические модели.
5. Многофакторные эколого-математические модели.
6. Связь между напряжениями и деформациями. Обобщенный закон Гука
7. Уравнения движения деформируемого твердого тела в форме Коши и Ламе.
8. Теория напряжений сплошной среды. Работа напряжений и вариационные принципы. Теория определяющих уравнений: модели упругих и вязкоупругих материалов.
9. Модели разрушения. Задача о трещине в упругом теле. Критерии распространения трещин
10. Контактные задачи взаимодействия элементов конструкций. Методы решения контактных задач.
11. Исследование прочностных свойств материалов с покрытиями. Постановка краевых задач, описывающих поведение материалов с покрытиями
12. Моделирование напряженно-деформированного состояния неоднородных сред со сложными свойствами задач.
13. Распространение упругих волн в многослойных электроупругих структурах с дефектами. «Вирусы» вибропрочности.
14. Термоэлектроупругие задачи.
15. Модели мембранной электрохимии. Краевые задачи для системы электродиффузионных уравнений.
16. Алгоритмы численного решения краевых задач для системы одномерных уравнений Нернста-Планка-Пуассона.
17. Двумерные математические модели переноса бинарного электролита в электромембранных системах.
18. Методы моделирования конструкций из блочных и композиционных материалов.

19. Дифференциальный метод факторизации для блочной структуры.

20. Метод блочного элемента.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **Критерии выставления зачета**

Оценка «зачтено»:

– достаточный объем знаний по дисциплине;

– усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой;

– умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по дисциплине и давать им оценку;

– использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;

– владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении типовых задач;

– умение решать стандартные задачи;

– работа на лабораторных занятиях, достаточный уровень исполнения индивидуального задания;

– достаточный уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

Оценка «незачтено»:

– фрагментарные знания по дисциплине;

- знание отдельных источников, рекомендованных учебной программой по дисциплине;
- пропуск большого числа занятий, пассивное посещение занятий;
- неумение решать стандартные задачи;
- неумение использовать научную терминологию;
- работа на лабораторных занятиях,
- неисполнение или низкий уровень (наличие грубых ошибок) исполнения индивидуального задания;
- низкий уровень сформированности заявленных в рабочей программе компетенций.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

### **5.1 Основная литература:**

1. Алдошин Г.Т. Теория линейных и нелинейных колебаний. СПб: Лань, 2013. 320 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/4640>.
2. Бессарабов, Н.В. Модели и смыслы данных в Cache и Oracle / М.: Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. 617 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428944>.
3. Жданов В.М., Галкин В.С., Гордеев О.А., Соколова И.А. Физико-химические процессы в газовой динамике. Справочник. Т.3. Модели процессов молекулярного переноса в физико-химической газодинамике. М.:Физматлит. 2012. 284 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59588>.
4. Ибрагимов Н.Х. Практический курс дифференциальных уравнений и математического моделирования. Классические и новые методы. Нелинейные математические модели. Симметрия и принципы инвариантности. М.: Физматлит. 2012. 332 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5268>.
5. Иванов Н.Б. Теория деформируемого твердого тела: тексты лекций. Казань: Издательство КНИТУ, 2013. 124 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=258827>.
6. Колесников Ю.В. Механика контактного разрушения. Москва: URSS: [Изд-во ЛКИ], 2012. 222 с
7. Королев А.В. Экономико-математические методы и моделирование. М.: Юрайт, 2017. 280 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/viewer/6D79329C-E5ED-4CEC-B10E-144AE1F65E43>.
8. Коваленко А.В. Математическое моделирование физико-химических процессов в среде Comsol Multiphysics 5.2. / Коваленко А.В., Узденова А.М., Уртенев М.Х., Никоненко В.В. СПб.: Изд-во «Лань», 2017. 228 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/93695>.
9. Резниченко, Г.Ю. Математические методы в биологии и экологии. Биофизическая динамика продукционных процессов в 2 ч. ЧАСТЬ 1 М.: Юрайт, 2017. 253 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/viewer/CE153CEF-AF14-44A1-B10F-B01CE49D3516>.
10. Халафян А.А. Промышленная статистика: контроль качества, анализ процессов, планирование экспериментов в пакете STATISTICA. М.: URSS: [Книжный дом "ЛИБРОКОМ"], 2013. 380 с.
11. Юдович В.И. Математические модели естественных наук. СПб.: Лань, 2011.

336 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/689>.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах.

## 5.2 Дополнительная литература:

1. Баженов В.Г. Методы граничных интегральных уравнений и граничных элементов в решении задач трехмерной динамической теории упругости с сопряженными полями / В.Г. Баженов, Л.А. Игумнов. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. 351 с.
2. Гершанов В.Ю. Нелинейные нестационарные эффекты в процессах массопереноса: монография / В.Ю. Гершанов, С.И. Гармашов. Ростов-на-Дону : Издательство Южного федерального университета, 2014. 114 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=445310>.
3. Грацинская Г.В. Методология построения математических моделей и оценка параметров динамики экономических систем / Г.В. Грацинская, В.Ф. Пучков. М.: Креативная экономика, 2011. 240 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=132790>.
4. Кривоножко В.Е., Лычев А.В. Моделирование и анализ деятельности сложных систем. Москва: URSS: ЛЕНАНД, 2013. 255 с.
5. Крянев А.В., Лукин Г.В., Удумян Д.К. Метрический анализ и обработка данных. М.: Физматлит, 2012. 308 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа [https://e.lanbook.com/book/59523#book\\_name](https://e.lanbook.com/book/59523#book_name).
6. Математическое моделирование экологических процессов распространения загрязняющих веществ: учебное пособие для студентов вузов / В.А. Бабешко, А.В. Павлова, О.М. Бабешко, О.В. Евдокимова. Краснодар: Изд-во КубГУ, 2009. 138 с.
7. Плотников, А.Н. Элементарная теория анализа и статистическое моделирование временных рядов. Санкт-Петербург: Лань, 2016. 220 с. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/72992>.
8. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д. Рутковская, М. Пилиньский, Л. Рутковский. М.: Изд-во: Горячая линия-Телеком, 2013. 384 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://e.lanbook.com/books/element.php?p11\\_id=11843](http://e.lanbook.com/books/element.php?p11_id=11843).
9. Салмина Н.Ю. Моделирование систем. Томск: Эль Контент, 2013. 117 с. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=480613>
10. Степанова, Л.В. Математические методы механики разрушения. Москва: Физматлит, 2009. 336 с. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59534>.
11. Ханефт, А.В. Основы теории упругости. Теория упругости. Кемерово: Кемеровский государственный университет, 2009. 100 с. [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=232319>.

### в) периодические издания

1. Доклады академии наук // Российская академия наук, ФГУП «Академиздатцентр «Наука». ISSN 0869-5652.
2. Прикладная математика и механика // Российская академия наук, ФГУП «Академиздатцентр «Наука». ISSN 0032-8235.
3. Математическое моделирование // Российская академия наук, ФГУП «Академиздатцентр «Наука». ISSN 0234-0879.
4. Экологический вестник черноморского экономического сотрудничества (ЧЭС) // Издательство Кубанского госуниверситета. ISSN 1729—5459.
5. Программирование // ФГУП «Издательство «Наука». ISSN 0132-3474

## **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения производственной практики (практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности)**

Профессиональные базы данных, информационные справочные системы и электронные образовательные ресурсы:

1. Вычислительные методы и программирование. <http://num-meth.srcc.msu.ru/>
2. Мир математических уравнений EqWorld. <http://eqworld.ipmnet.ru/ru/library.htm>
3. Физика, химия, математика. <http://www.ph4s.ru/index.html>
4. <http://www.imamod.ru/journal>
5. Journal of Mathematical Physics. Online ISSN 1089-7658. <http://jmp.aip.org>
6. Russian Journal of Mathematical Physics. Online ISSN 1555-6638. <http://www.maik.ru/cgi-perl/journal.pl?lang=rus&name=mathphys>.
7. <http://www.sciencedirect.com>
8. <http://www.scopus.com>
9. <http://www.scirus.com>
10. <http://iopscience.iop.org>
11. <http://online.sagepub.com>
12. <http://scitation.aip.org>
13. Полнотекстовая БД диссертаций РГБ
14. Университетская библиотека ONLINE
15. Университетская информационная система Россия
16. Коллекция журналов издательства Оксфордского университета
17. Реферативный журнал ВИНТИ
18. Полнотекстовые статьи из коллекции журналов по математике Научной электронной библиотеки РФФИ (<http://e.lanbook.com>), к которым имеется доступ в сети Интернет: «доклады РАН»; «Известия РАН, Механика твердого тела»; «Известия РАН. Механика жидкости и газа»; «Прикладная математика и механика»; «Прикладная механика и техническая физика»; «Математические заметки»; «Журнал вычислительной математики и математической физики»; «Теоретическая и математическая физика»; «Дифференциальные уравнения»; «Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Математика и физика»; «Труды Математического института им. В.А.Стеклова РАН»; «Вестник ЮНЦ РАН»; «Экологический вестник экономического черноморского сотрудничества (ЧЭС)»

### **7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Основной целью спецсеминара является обзор методов построения и исследования математических моделей экологии, экономики, технологических и физических процессов, развитие у студентов магистратуры навыков самостоятельной исследовательской работы. Особое внимание уделяется моделям механики деформируемого твердого тела и моделям массопереноса.

В каждом семестре студенты периодически делают сообщения перед учебной группой о ходе выполнения научно-исследовательской работы, включая работу над курсовой работой. Сообщение сопровождается общей дискуссией под руководством преподавателя. Темой отдельного сообщения является аналитический обзор публикаций по выбранной тематике.

Студенты должны овладеть современной методологией исследований, связанных с интенсивным использованием математических методов и моделей. Кроме того, студенты должны получить навыки исследовательской работы в группах, освоить презентацию результатов исследований, научиться вести научную дискуссию, готовить научные публикации различного формата.

Подготовка реферативного обзора к курсовой работе и аналитического обзора по тематике исследования – полностью индивидуальные формы работы.

Преподаватель оценивает **аудиторную работу** студентов:

- работа на семинарских занятиях: активность в обсуждении докладов, развернутость аргументации.
- активность студентов на семинарах: во время опросов по пройденному материалу, в дискуссиях.

Кроме того, учитываются подготовка и публикации статей, выступления на научных и научно-практических конференциях по проблематике семинара.

## **8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

### **8.1 Перечень информационных технологий**

- Проверка индивидуальных заданий и консультирование посредством электронной почты.
- Использование электронных презентаций при проведении лекционных и лабораторных занятий.
- Использование статистических и математических пакетов при проведении лабораторных занятий.

### **8.2 Перечень необходимого программного обеспечения**

1. Операционная система MS Windows.
2. Интегрированное офисное приложение MS Office.
3. Программное обеспечение для организации управляемого коллективного и безопасного доступа в Интернет.
4. Математические пакеты Statistica, Matlab, Comsol

### **8.3 Перечень информационных справочных систем:**

- Портал Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://www.gost.ru>;
- Электронная библиотечная система "Юрайт" (<http://www.biblio-online.ru>).
- Электронная библиотечная система "Университетская библиотека ONLINE" (<http://www.biblioclub.ru>).
- Электронная библиотечная система издательства "Лань" (<http://e.lanbook.com>).
- База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
- База данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ) РАН <http://www2.viniti.ru/>
- Базы данных и аналитические публикации «Университетская информационная система РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru/>

## **9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины и оснащенность
1.	Лабораторные занятия	Компьютерный класс, укомплектованный компьютерами с лицензионным программным обеспечением, необходимой мебелью (доска, столы, стулья). (аудитории: 101, 102, 106, 106а, 105/1, 107(2), 107(3),

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины и оснащенность
		107(5), А301).
2.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория для семинарских занятий, групповых и индивидуальных консультаций, укомплектованные необходимой мебелью (доска, столы, стулья). (аудитории: 129, 131).
3.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория для семинарских занятий, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная необходимой мебелью (доска, столы, стулья) (аудитории: 129, 131, 133, А305, А307, 147, 148, 149, 150, 100С, А301б, А512), компьютерами с лицензионным программным обеспечением и выходом в интернет (10б, 106а, А301)
4.	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения, обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета, необходимой мебелью (доска, столы, стулья). (Аудитория 102а, читальный зал).

Осуществление учебного процесса предполагает наличие необходимого для реализации данной программы перечня материально-технического обеспечения: аудитории, оборудованные видеопроекторным оборудованием для презентаций (цифровой проектор, экран, ноутбук) и необходимой мебелью (доска, столы, стулья); компьютерные классы с компьютерной техникой с лицензионным программным обеспечением и необходимой мебелью (доска, столы, стулья) для проведения занятий. Компьютерная поддержка учебного процесса по направлению 01.04.02 Прикладная математика и информатика обеспечивается по всем дисциплинам. Факультет компьютерных технологий и прикладной математики, оснащен компьютерными классами, установлена локальная сеть, все компьютеры факультета подключены к сети Интернет. Магистрантам доступны современные ПЭВМ, современное лицензионное программное обеспечение.

Магистранты и преподаватели вуза имеют постоянный доступ к электронному каталогу учебной, методической, научной литературе, периодическим изданиям и архиву статей.