

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
«Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет компьютерных технологий и прикладной математики

  
УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор  
\_\_\_\_\_ Хагуров Т.А.  
подпись  
«26» мая 2023 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Б1.В.ОД.1 «МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ, ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ И КОМПЛЕКСЫ ПРОГРАММ»

для подготовки аспирантов

Направление подготовки

09.06.01 Информатика и вычислительная техника для подготовки кадров высшей квалификации.

Направленность (профиль)\_ 1.2.2 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

Программа подготовки \_\_\_\_\_ академическая

Форма обучения \_\_\_\_\_ очная

Краснодар 2023

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования Подготовка кадров высшей квалификации  
Направление подготовки 09.06.01 Информатика и вычислительная техника  
(утв. приказом Министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 г. N 875) С изменениями и дополнениями от: 30 апреля 2015 г.г.  
Программу составил(и):

К.А. Лебедев, д.ф.-м.н., доцент, профессор .....



Подпись

Рабочая программа дисциплины «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ» утверждена на заседании кафедры прикладной математики протокол № 10 от 18.05.2023.

Заведующий кафедрой Письменский А.В.



подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета компьютерных технологий и прикладной математики протокол № 5 от 19.05.2023г.

Председатель УМК факультета компьютерных технологий и прикладной математики УМК факультета

А.В. Коваленко, д.ф.-м.н., к.э.н., доцент



подпись

Рецензенты:

Шапошникова Татьяна Леонидовна.

Доктор педагогических наук, кандидат физико-математических наук, профессор. Почетный работник высшего профессионального образования РФ. Директор института фундаментальных наук (ИФН) ФГБОУ ВО «КубГТУ».

Марков Виталий Николаевич.

Доктор технических наук. Профессор кафедры информационных систем и программирования института компьютерных систем и информационной безопасности (ИКСиИБ) ФГБОУ ВО «КубГТУ».

# 1. Цели и задачи освоения дисциплины

## 1.1 Цели дисциплины.

**Целью** дисциплины является обеспечение подготовки аспирантов для сдачи кандидатского экзамена по научной специальности Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ.

**Целями** освоения дисциплины является изучение основных методов математического моделирования, численных методов и программных комплексов, а также формирование у аспирантов запаса знаний, достаточного для квалифицированной переработки фундаментальных теоретических исследований и получения новых результатов в процессе практической работы над теми или иными проблемами современных математических методов и моделей, численных методов и комплексов программ, умений и навыков, позволяющих строить математические модели в определенных прикладных областях (нанотехнологиях, гидродинамике, тепломассопереносе, физике, химии, экономике, экологии и др.) разрабатывать методы аналитического и численного анализа соответствующих краевых задач, интерпретировать полученные результаты, разрабатывать соответствующие программные комплексы.

## 1.2 Задачи дисциплины.

Задачи дисциплины:

- формирование способности использовать методы математического моделирования, численных методов, использование, разработке программных комплексов
- учить новым современным методам исследования в области математического моделирования

## 1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Программа связана со следующими дисциплинами: вычислительные и информационные методы в физико-химических задачах, математические методы и модели нанотехнологий, численные и аналитические методы исследований математических моделей, компьютерное моделирование в задачах гидродинамики, математические модели и инструментальные средства в экономике.

## 1.4 В результате изучения дисциплины у аспиранта должны сформироваться следующие компетенции, в соответствии с паспортом:

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части)  | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны  |  |  |
|--------|--------------------|--|--|--|--|
|        |                    |  | знать  | уметь  | владеть  |
| 1.     | ОПК-3              | способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности | новую современную парадигму математического моделирования, с применением математических пакетов и использованием их, вычислительных воз- | применять новые методы и математические пакеты к моделированию научных задач | разными способами использования пакетов для моделирования естественно научных задач. |

| № п.п. | Индекс компетенции | Содержание компетенции (или её части)  | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны   |  |   |
|--------|--------------------|--|---|--|---|
|        |                    |  | знать   | уметь  | владеть   |
|        |                    |  | возможностей  |  |   |
| 2.     | ПК-2,              | глубоко понимает и творчески использует в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин;                             | фундаментальные и прикладные разделы специальных дисциплин;   | творчески использовать в научной деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин | технологической деятельностью характерной для математического моделирования.  |
| 3.     | ПК-3               | глубоко понимает и способен использовать (разрабатывать) в научной и производственно-технологической деятельности методы математического моделирования, численные методы и программные комплексы | глубоко знать методы математического моделирования, численные методы и программные комплексы и их использование в научной деятельности. | разрабатывать математические модели, с использованием численных методов и программных комплексов                 | способностью использовать и разрабатывать методы математического моделирования вместе с информационными технологиями. |

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 экзаменных единицы, 108 академических часов (10 лекций, 12 лабораторных, 50 самостоятельной работы, 36 контроль форма контроля – кандидатский экзамен (36 часов).

| Вид учебной работы   | Всего часов | Семестры (часы) |   |  |  |
|--|-------------|-----------------|---|--|--|
|  |             | 5               |   |  |  |
| <b>Контактная работа, в том числе:</b>                     |             |                 |   |  |  |
| <b>Аудиторные занятия (всего):</b>                         | <b>22</b>   | <b>22</b>       |   |  |  |
| Занятия лекционного типа                                   | 10          | 10              | - |  |  |
| Лабораторные занятия                                       | 12          | 12              | - |  |  |
| Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия) |             |                 | - |  |  |
|  | -           | -               | - |  |  |

|  |                                      |            |            |   |  |  |
|--|--------------------------------------|------------|------------|---|--|--|
| <b>Иная контактная работа:</b>   |                                      |            |            |   |  |  |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)  |                                      |            |            |   |  |  |
| Промежуточная аттестация (ИКР)   |                                      |            |            |   |  |  |
| <b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>                                  |                                      |            |            |   |  |  |
| <i>Курсовая работа</i>   |                                      |            |            | - |  |  |
| <i>Проработка учебного (теоретического) материала</i>                        |                                      | 30         | 30         | - |  |  |
| <i>Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i> |                                      | 20         | 20         | - |  |  |
| <i>Реферат</i>   |                                      |            |            | - |  |  |
| Подготовка к текущему контролю   |                                      |            |            | - |  |  |
| <b>Контроль:</b>   |                                      |            |            |   |  |  |
| Подготовка к экзамену  |                                      | 36         | 36         |   |  |  |
| <b>Общая трудоемкость</b>  | <b>час.</b>                          | <b>108</b> | <b>108</b> |   |  |  |
|  | <b>в том числе контактная работа</b> |            |            |   |  |  |
|  | <b>зач. ед</b>                       | <b>3</b>   | <b>3</b>   |   |  |  |

## 2.2 Структура дисциплины:

| №  | Наименование разделов  | Количество часов |                   |    |    |                      |
|----|--|------------------|-------------------|----|----|----------------------|
|    |  | Всего            | Аудиторная работа |    |    | Внеаудиторная работа |
|    |  |                  | Л                 | ПЗ | ЛР |                      |
| 1  | 2  | 3                | 4                 | 5  | 6  | 7                    |
| 1. | Математическое моделирование. Модели получаемые из фундаментальных законов природы. Примеры иерархии моделей. Модели из вариационных принципов. Модели трудноформализуемых объектов. Математическое моделирование сложных объектов | 16               | 2                 |    | 2  | 12                   |
| 2. | Численные методы. Теория приближений. Общие свойства вычислительных алгоритмов. Теория итераций и методы решения задач численного моделирования.   | 14               | 2                 |    | 2  | 10                   |
| 3. | Пакеты программ. Математические пакеты mathCAD, FemLab, Maple для численных расчётов и математического моделирования.  | 16               | 2                 |    | 4  | 10                   |
| 4. | Моделирование задач переноса частиц в физико-химических средах.  | 14               | 2                 |    | 2  | 10                   |
| 5. | Моделирование экономических процессов.   | 12               | 2                 |    | 2  | 8                    |
|    | <i>Итого по дисциплине:</i>  | 72               | 10                |    | 12 | 50                   |
|    |  |                  |                   |    |    |                      |

## 2.3 Содержание разделов дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа.

| №  | Наименование раздела  | Содержание раздела   | Форма текущего контроля  |
|----|---|--|--|
| 1  | 2   | 3  | 4  |
| 1. | Математическое моделирование                                    | Модели получаемые из фундаментальных законов природы. Примеры иерархии моделей. Модели из вариационных принципов. Модели трудноформализуемых объектов. Математическое моделирование сложных объектов | опросы по материалам <i>Л</i> и <i>ЛР</i> проработки <i>ТЕОР</i>   |
| 2. | Численные методы.   | Теория приближений. Общие свойства вычислительных алгоритмов. Теория итераций и методы решения задач численного моделирования ..   | опросы по материалам <i>Л</i> и <i>ЛР</i> проработки <i>ТЕОР</i> . |
| 3. | Пакеты программ.  | Математические пакеты mathCAD, FemLab, Maple для численных расчётов и математического моделирования  | опросы по материалам <i>Л</i> и <i>ЛР</i> проработки <i>ТЕОР</i>   |
| 4. | Моделирование задач переноса частиц в физико-химических средах. | Применение численных задач к переносу ионов через слой раствора и однослойные и многослойные мембранные системы.   | опросы по материалам <i>Л</i> и <i>ЛР</i> проработки <i>ТЕОР</i>   |
| 5. | Моделирование экономических процессов.                          | Некоторые модели финансовых и экономических процессов. Организация рекламной компании. Модель равновесия рыночной экономики. Макромодель экономического роста.                                       | опросы по материалам <i>Л</i> и <i>ЛР</i> проработки <i>ТЕОР</i>   |

Сокращения: *Л* – лекция, *ТЕОР* - проработка лекций и работа с математической литературой, *ДР* – неаудиторное самостоятельное выполнение практических заданий, *ТР* – типовой индивидуальный расчет, *ЛР* – лабораторная работа, *КР* – контрольная работа,

### 2.3.2 Занятия семинарского типа.

Занятия семинарского типа - не предусмотрены

### 2.3.3 Лабораторные занятия.

| №  | Наименование лабораторных работ   | Форма текущего контроля |
|----|---|-------------------------|
| 1  | 3   | 4                       |
| 1. | Модели получаемые из фундаментальных законов природы. Примеры иерархии моделей. Модели из вариационных принципов. Модели трудноформализуемых объектов. Математическое моделирование сложных объектов. | <i>Проверка ЛР</i>      |
| 2. | Теория приближений. Общие свойства вычислительных алгоритмов. Теория итераций и методы решения задач численного моделирования.  | <i>Проверка ЛР</i>      |

|    |  |             |
|----|--|-------------|
| 3. | Математические пакеты mathCAD, FemLab, Maple для численных расчётов и математического моделирования.   | Проверка ЛР |
| 4. | Применение численных задач к переносу ионов через слой раствора и однослойные и многослойные мембранные системы.   | Проверка ЛР |
| 5. | Некоторые модели финансовых и экономических процессов. Организация рекламной компании. Модель равновесия рыночной экономики. Макромодель экономического роста. | Проверка ЛР |

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы - не предусмотрены

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

| № | Вид СРС  | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы  |
|---|--|--|
| 1 | 2  | 3  |
| 1 | Проработка и повторение лекционного материала, материала учебной и научной литературы, подготовка к семинарским занятиям | Методические указания для подготовки к лекционным и семинарским занятиям, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2019 г.<br>Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2019 г. |
| 2 | Подготовка к лабораторным занятиям   | Методические указания по выполнению лабораторных работ, по дисциплине «Динамические модели в экономике», утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2019 г.   |
| 3 | Подготовка к решению задач и тестов  | Методические указания по выполнению самостоятельной работы, утвержденные на заседании кафедры прикладной математики факультета компьютерных технологий и прикладной математики ФГБОУ ВО «КубГУ», протокол №7 от 18.04.2019 г.  |
|   |  |  |

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,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

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,

– в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### **3. Образовательные технологии.**

Сочетание традиционных образовательных технологий в форме лекций, практических и лабораторных работ.

Возможно применение и других образовательных технологий.

Исследовательские методы в обучении. Дает возможность учащимся самостоятельно пополнять свои знания, глубоко вникать в изучаемую проблему и предполагать пути ее решения, что важно при формировании мировоззрения. Каждый аспирант выступает с сообщением по одной из тем программы курса и решённым задачам.

Проблемное обучение. Создание в учебной деятельности проблемных ситуаций и организация активной самостоятельной деятельности учащихся по их разрешению, в результате чего происходит творческое овладение знаниями, умениями, навыками, развиваются мыслительные способности.

Проектные методы обучения. Работа по данной методике дает возможность развивать индивидуальные творческие способности учащихся, более осознанно подходить к профессиональному и социальному самоопределению.

Информационно-коммуникационные технологии. Изменение и неограниченное обогащение содержания образования, использование и интегрированных курсов, доступ в ИНТЕРНЕТ.

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

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

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Динамические модели в экономике».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме доклада-презентации по проблемным вопросам, разноуровневых заданий, типовых расчетов и **промежуточной аттестации** в форме вопросов и заданий к экзамену.

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 на экзамене;

– 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 (модулю) 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.

Учебная деятельность проходит в соответствии с графиком учебного процесса. Текущий контроль качества подготовки осуществляется путём привлечения студентов к активно-му обсуждению определений, новых для них результатов, к решению теоретических задач у доски, публичной защитой самостоятельно решённых задач, а также по докладам, подготовленным самостоятельно на основе предложенной преподавателем литературы.

### Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

| № | Контролируемые темы дисциплины                                  | Код контролируемой компетенции                          | Наименование оценочного средства |                          |
|---|---|---|----------------------------------|--------------------------|
|   |   |   | текущий контроль                 | промежуточная аттестация |
| 1 | Математическое моделирование                                    | ОПК-3(знать, ладеть),)                                  | опрос, доклады                   | Вопросы к экзамену 1-17  |
| 2 | Численные методы.   | ОПК-3 (знать, уметь)                                    | опрос, презентации               | Вопросы к экзамену 18-36 |
| 3 | Пакеты программ.  | ОПК-3 (уметь, владеть)                                  | опрос, РГЗ                       | Вопросы к экзамену 37-54 |
| 4 | Моделирование задач переноса частиц в физико-химических средах. | ПК-2, ПК3 (уметь, владеть),<br>ОПК-3 (знать)            | опрос, РГЗ                       | Вопросы к экзамену 2-6   |
| 5 | Моделирование экономических процессов.                          | ПК-2, ПК3(уметь, владеть) ОПК-3 (знать, уметь, владеть) | опрос, КР                        | Вопросы к экзамену 9     |

### Показатели, критерии и шкалы оценки сформированных компетенций

| Код и наименование компетенций   | Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания |  |  |
|--|--|--|--|
|  | пороговый  | базовый  | продвинутый  |
|  | Оценка   |  |  |
|  | Удовлетворительно  | Хорошо/  | Отлично /  |
| ОПК-3 – способность к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской | <i>Знает</i> – как разрабатывать новые методы исследования   | <i>Знает</i> – как разрабатывать новые методы исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности | <i>Знает</i> – как разрабатывать новые методы исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в об- |

|  |   |  |   |
|--|---|--|---|
| деятельности в области профессиональной деятельности   |   |  | ласти профессиональной деятельности   |
|  | <i>Умеет</i> разрабатывать новые методы исследования  | <i>Умеет</i> разрабатывать новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности  | <i>Умеет</i> разрабатывать новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности                 |
|  | <i>Владеет</i> – способностью к разработке новых методов исследования   | <i>Владеет</i> – способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности  | <i>Владеет</i> – способностью к разработке новых методов исследования и их применению в самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области профессиональной деятельности |
| ПК-2, глубоко понимает и творчески использует в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин; | <i>Знает</i> и глубоко понимает и творчески использует в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин; | <i>Знает</i> понимает и использует в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин;                        | <i>Знает</i> и глубоко понимает и творчески использует в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин;   |
|  | <i>Умеет</i> творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин;                    | <i>Умеет</i> творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин;                       | <i>Умеет</i> творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин;                      |
|  | <i>Владеет</i> –и глубоко понимает и творчески использует в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и   | <i>Владеет</i> –и глубоко понимает и творчески использует в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин; | <i>Владеет</i> –и глубоко понимает и творчески использует в научной и производственно-технологической деятельности зна-   |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|   | прикладных разделов специальных дисциплин;  |   | ния фундаментальных и прикладных разделов специальных дисциплин;  |
| ПК-3 – глубоко понимает и способен использовать (разрабатывать) в научной и производственно-технологической деятельности методы математического моделирования, численные методы и программные комплексы | <i>Знает</i> – как использовать (разрабатывать) в научной и производственно-технологической деятельности методы математического моделирования,                                    | <i>Знает</i> – как использовать (разрабатывать) в научной и производственно-технологической деятельности методы математического моделирования, численные методы                   | <i>Знает</i> – как творчески использовать (разрабатывать) в научной и производственно-технологической деятельности методы математического моделирования, численные методы и программные комплексы             |
|   | <i>Умеет использовать (разрабатывать) в научной и производственно-технологической деятельности методы математического моделирования, численные методы и программные комплексы</i> | <i>Умеет использовать и разрабатывать в научной и производственно-технологической деятельности методы математического моделирования, численные методы и программные комплексы</i> | <i>Умеет использовать (разрабатывать) в научной и производственно-технологической деятельности методы математического моделирования, численные методы и программные комплексы</i>                             |
|   | <i>Владеет – способностью использовать в научной и производственно-технологической деятельности методы математического моделирования,</i>   | <i>Владеет – способностью использовать (разрабатывать) в научной и производственно-технологической деятельности методы математического моделирования, численные методы</i>        | <i>Владеет – способностью творчески использовать и разрабатывать) в научной и производственно-технологической деятельности методы математического моделирования, численные методы и программные комплексы</i> |

### Подготовка рефератов (докладов, сообщений, презентаций) по учебной дисциплине Темы презентаций

1. Численное интегрирование дифференциальных уравнений в обыкновенных и в частных производных на примерах математических моделей.
2. Пакеты математические для моделирования MathCAD и FemLab.
3. Анализ возможностей аналогий при построении моделей.
4. Исследование математических моделей из фундаментальных законов природы.
5. Разработка математических моделей из фундаментальных законов природы.
6. Анализ примеров трудно-формализуемых объектов.
7. Задачи математического моделирования сложных объектов.

8. Решение систем нелинейных уравнений возникающих при моделировании объектов.
9. Численное интегрирование дифференциальных уравнений в обыкновенных и в частных производных на примерах математических моделей.

#### **Темы докладов, сообщений, рефератов**

1. Применение аналогий при построении моделей.
2. Разработка математических моделей.
3. Разработка математических моделей из фундаментальных законов природы.
4. Некоторые примеры трудно формализуемых объектов.
5. Задачи математического моделирования сложных объектов.
6. Решение систем нелинейных уравнений.

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

Фонд оценочных средств состоит из вопросов кандидатскому экзамену.

#### **Экзаменационные материалы для промежуточной аттестации**

1. Элементарные математические модели. Пример иерархии моделей
2. Универсальность математических моделей.
3. Математическое моделирование на основе закона сохранения массы вещества
4. Математическое моделирование на основе закона сохранения энергии
5. Математическое моделирование на основе закона сохранения числа частиц
6. Совместное применение нескольких фундаментальных законов в математическом моделировании
7. Вариационные принципы и законы сохранения в механике
8. Вариационные принципы и модели механических систем
9. Математические модели финансовых и экономических процессов
10. Некоторые математические модели соперничества
11. Математическое моделирование динамика распределения власти в иерархии
12. Применение методов подобия при исследовании математических моделей
13. Принцип максимума и теоремы сравнения
14. Метод осреднения при исследовании математических моделей
15. Переход от непрерывных математических моделей к дискретным моделям
16. Сложная задача моделирования технологии и экологии
17. Фундаментальные проблемы естествознания, как сложная задача математического моделирования
18. Вычислительный эксперимент с моделями трудноформализуемых объектов
19. Приближённые вычисления
20. Интерполирование функций
21. Численное дифференцирование
22. Численное интегрирование
23. Решение линейных систем уравнений
24. Численное решение алгебраических и трансцендентных уравнений
25. Решение нелинейных систем уравнений
26. Численные методы решения задачи Коши
27. Метод стрельбы для краевых задач уравнений в обыкновенных производных
28. Конечно разностный метод краевых задач уравнений в обыкновенных производных
29. Основные понятия теории разностных схем (аппроксимация, устойчивость, сходимость)
30. Разностные схемы для краевых задач параболического типа
31. Разностные схемы для краевых задач эллиптического типа
32. Разностные схемы для краевых задач гиперболического типа

33. Теория устойчивости разностных схем
34. Модельное уравнение конвективного переноса
35. Модельное уравнение диффузии, конвекции и кинетики
36. Численное моделирование на основе уравнений Навье-Стокса
37. Общая характеристика и возможности пакета mathCAD
38. Общая характеристика и возможности пакета maple
39. Общая характеристика и возможности пакета matlab
40. Общая характеристика и возможности пакета Femlab
41. Библиотека математического пакета Femlab
42. Общая характеристика и возможности пакета Matematica
43. Реализация решения задач линейной алгебры в пакетах
44. Реализация решения задач интерполирования в пакетах
45. Численное дифференцирование и интегрирования в пакетах
46. Реализация метода наименьших квадратов в пакетах
47. Реализация решения нелинейных уравнений в пакетах
48. Решения обыкновенных дифференциальных уравнений и систем в пакетах
49. Решения жёстких обыкновенных дифференциальных уравнений и систем в пакетах
50. Решения двухточечных краевых задач в пакетах
51. Решения параболических дифференциальных уравнений в пакетах
52. Решения гиперболических дифференциальных уравнений в пакетах
53. Решения эллиптических дифференциальных уравнений в пакетах
54. Состав пакета Comsol Multyphysics

Пример билетов

#### МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный университет» Кафедра прикладной математики

для аспирантов 3 курса очной аспирантуры обучения для образовательной программы по направлению 05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (аспирантура)

#### Экзаменационный билет № 9

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

1. Математические модели финансовых и экономических процессов
2. Метод стрельбы для краевых задач уравнений в обыкновенных производных
3. Численное дифференцирование и интегрирования в пакетах

Заведующий КППМ, д. ф.- м.н., профессор  
д. ф.- м.н., доцент

М.Х. Уренов  
К.А. Лебедев

#### МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный университет» Кафедра прикладной математики для аспирантов 3 курса очной аспирантуры обучения для образовательной программы по направлению 05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ (аспирантура)

## Экзаменационный билет № 10

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

1. Некоторые математические модели соперничества
2. Конечно разностный метод краевых задач уравнений в обыкновенных производных
3. Реализация метода наименьших квадратов в математических пакетах

Заведующий КПМ, д. ф.- м.н., профессор  
д. ф.- м.н., доцент

М.Х. Уртенев  
К.А. Лебедев

Оценивание ответов студентов проводится в соответствии с критериями:

### **4.3. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

*Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или опыта) деятельности на этапах формирования компетенций*

*Текущий контроль* представляет собой проверку усвоения учебного материала теоретического и практического характера, регулярно осуществляемую на протяжении семестра.

К основным формам текущего контроля (текущей аттестации) относятся опрос в рамках семинарских занятий, проведение тестовых заданий, подготовка реферата (сообщения, доклада, презентации) по определенной тематике, разбор расчетно-графических заданий, выполнение контролируемой самостоятельной работы.

*На первом этапе формируются комплекс знаний* на основе тщательного изучения теоретического материала (лекционные материалы преподавателя, рекомендуемые разделы основной и дополнительной литературы, материалы периодических научных изданий, необходимого для овладения понятийно-категориальным аппаратом и формирования представлений о комплексе инструментария, используемого в рамках данной отрасли знания).

*На втором этапе* на основе сформированных знаний и представлений по данному разделу студенты выполняют задания, нацеленные на *формирование умений и навыков в рамках заявленной компетенции*. На данном этапе студенты осуществляют самостоятельный поиск теоретических материалов в рамках конкретного задания, обобщают и анализируют собранный материал по схеме, рекомендованной преподавателем формулируют выводы, готовят практические рекомендации, реферативные материалы для публичного их представления и обсуждения.

*Промежуточная аттестация* осуществляется в конце семестра и завершает изучение дисциплины «Концепции современного естествознания». Промежуточная аттестация помогает оценить более крупные совокупности знаний и умений и уровень форсированности определённых компетенций.

#### **4.2.1. Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания экзамена**

Промежуточная аттестация традиционно служит основным средством обеспечения в учебном процессе «обратной связи» между преподавателем и обучающимся, необходимой для стимулирования работы обучающихся и совершенствования методики преподавания учебных дисциплин.

Итоговой формой контроля сформированности компетенций у обучающихся по дисциплине является экзамен. Студенты обязаны сдать экзамен в соответствии с расписанием и

учебным планом.

ФОС промежуточной аттестации состоит из двух теоретических вопросов и расчетно-графического задания к экзамену по дисциплине.

Экзамен по дисциплине преследует цель оценить работу студента за курс, получение теоретических знаний, их прочность, развитие творческого мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение применять полученные знания для решения практических задач.

Форма проведения экзамена: устно.

Экзаменатору предоставляется право задавать студентам дополнительные вопросы по всей учебной программе дисциплины.

Результат сдачи экзамена заносится преподавателем в экзаменационную ведомость и экзаменную книжку.

Ответ студента на экзамене по дисциплине «КСЕ» оценивается по экзамен/нехачете.

***Критерии оценки:***

**Отлично:** На три теоретических вопроса даны развернутые ответы, студент аргументирует свои суждения, грамотно владеет профессиональной терминологией и показывает: глубокое, полное знание содержания учебного материала, понимание сущности рассматриваемых закономерностей, принципов и теорий; умение давать точные определения основным понятиям, выделять существенные связи между рассматриваемыми закономерностями. Студент полно и правильно ответил на вопросы комиссии.

**Хорошо:** На три теоретических вопроса даны развернутые ответы. Студент, допуская отдельные неточности, обнаруживает достаточное владение учебным материалом, в том числе понятийным аппаратом; демонстрирует уверенную ориентацию в изученном материале, возможность применять знания для решения практических задач, но затрудняется в приведении примеров. Возможно, при изложении одного вопроса допущены явные неточности в формулировке; студент в целом правильно отвечает на вопросы комиссии, допуская несущественные погрешности.

**Удовлетворительно:** Студент излагает основное содержание учебного материала, но раскрывает материал неполно, непоследовательно, допускает неточности в определении понятий, не умеет доказательно обосновать свои суждения. Допускает существенные ошибки на ответы комиссии.

**Неудовлетворительно:** Студент демонстрирует разрозненные бессистемные знания, не выделяет главное и второстепенное, допускает ошибки в определении понятий, беспорядочно, неуверенно излагает материал, или вообще отказывается от ответа.

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 на экзамене;

– 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 (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

#### **4.2.2. Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания опроса**

Форма проведения – устный опрос.  
Длительность опроса – 15-20 минут.

**Критерии оценки:**

**оценка «неудовлетворительно»** выставляется, если студент не знает значительной части материала изучаемой темы, допускает существенные ошибки, с большими затруднениями отвечает по заданному вопросу темы;

**оценка «удовлетворительно»** ставится, если студент демонстрирует фрагментарные представления о содержании изучаемой темы, усвоил только основной материал, но не знает отдельных деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушает последовательность в изложении программного материала;

**оценка «хорошо»** выставляется, если студент демонстрирует общие знания по теме семинара, твердо знает материал по теме, грамотно и по существу излагает его, не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, может правильно применять теоретические положения;

**оценка «отлично»** ставится, если студент демонстрирует глубокие и прочные системные знания по изучаемой теме, исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно излагает ответ, не затрудняется с ответом при видоизменении вопроса, умеет самостоятельно обобщать и излагать материал, не допуская ошибок.

#### **4.2.3. Методические рекомендации, определяющие процедуры оценивания реферата (доклада, сообщения, презентации)**

Неправильно оформленная работа не принимается.

**Критерии оценки:**

**оценка «неудовлетворительно»** выставляется при несоответствии заявленной темы реферата (доклада, сообщения, презентации) его содержанию, наличии грубых погрешностей в оформлении работы, использовании ненадлежащих нормативных и научных источников, приводящих к утрате научной значимости подготовленного реферата или реферат не подготовлен;

**оценка «удовлетворительно»** выставляется, если студентом допущены несущественные фактические ошибки в изложении материала и/или допущено использование ненадлежащих нормативных источников при сохранении актуальности темы реферата. Реферат (сообщение, доклад, презентация) представляет собой изложение результатов чужих исследований без самостоятельной обработки источников;

**оценка «хорошо»** выставляется в том случае, когда имеются отдельные погрешности в оформлении реферата. Реферат (сообщение, доклад, презентация) представляет собой самостоятельный анализ разнообразных научных исследований и теоретических данных, однако не в полной мере отражает требования, сформулированные к его и содержанию;

**оценка «отлично»** выставляется студенту, если студентом представлен реферат (сообщение, доклад, презентация), отвечающий требованиям по оформлению. Содержание реферата должно основываться на соответствующих литературных источниках. В реферате (сообщении, докладе, презентации) отражаются такие требования как актуальность содержания, высокий теоретический уровень, глубина и полнота факторов, явлений, проблем, относящихся к теме, информационная насыщенность, новизна, оригинальность изложения материала; структурная организованность, обоснованность предложения и выводов, сделанных в реферате (сообщении, докладе, презентации)

#### **4.2.4. Методические рекомендации,**



## определяющие процедуры оценивания контрольных работ

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

#### 5.1. Основная литература:

1. Самарский А.А., Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры [Электронный ресурс]: монография / А.А. Самарский, А.П. Михайлов. — Электрон. дан. — Москва: Физматлит, 2005. — 320 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/59285>
2. Демидович Б.П. Основы вычислительной математики [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Б.П. Демидович, И.А. Марон. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 672 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2025> . — Загл. с экрана.
3. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы математической физики [Текст] / А.А. Самарский, А.В. Гулин. - М. : Научный мир, 2000. - 315 с.
4. Амосов, А.А. Вычислительные методы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.А. Амосов, Ю.А. Дубинский, Н.В. Копченова. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 672 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/42190> . — Загл. с экрана.
5. Лебедев К. А., Кузякина М. В. (КубГУ). Математические и компьютерные методы для моделирования переноса ионов. Краевые задачи [Текст] : Ч. 1 / К. А. Лебедев,; М-во образования и науки Рос. Федерации, Кубанский гос. ун-т. - Изд. 2-е, испр. и доп. - Краснодар : [Кубанский государственный университет], 2017. - 97 с.
6. Очков, В.Ф. Физико-математические этюды с Mathcad и Интернет [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В.Ф. Очков, Е.П. Богомолова, Д.А. Иванов. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 388 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/74679> . — Загл. с экрана.
7. Узденова А.М., Коваленко А.В., Уртенов М.Х., Никоненко В.В. Математическое моделирование мембранных процессов с использованием Comsol Multiphysics 4.3. Краснодар. КубГУ. 2013.

#### 5.2. Дополнительная литература

8. Ануфриев И., Смирнов А., Смирнова Е. Matlab 7. СПб. БХВ-Петербург. 2007.
9. Крылов В.И., Бобков В.В. Монастырский П.И. Вычислительные методы. Часть II/[Текст] / Москва. Наука. 2010.
10. Плис, Александр Иванович. Mathcad: математический практикум для инженеров и экономистов [Текст] : учебное пособие для студентов вузов / А. И. Плис, Н. А. Сливина. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Финансы и статистика, 2003. - 653 с.
11. Аладьев В.З., Бойко В.К., Ровба Е.А. Программирование в пакетах Maple и Mathematica: Сравнительный аспект. Гродно 2011

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

По курсу предусмотрено проведение лекционных занятий, на которых дается основной теоретический материал, позволяющих студентам в полной мере ознакомиться с понятием дифференциальных уравнений и освоиться в решении практических задач. Важнейшим этапом курса является самостоятельная работа по дисциплине «Концепции современного естествознания». Целью самостоятельной работы бакалавра является углубление знаний, полученных в результате аудиторных занятий. Вырабатываются навыки самостоятельной работы. Закрепляются опыт и знания, полученные во время лабораторных занятий. Самостоятельная работа студентов в ходе изучения дисциплины состоит в

выполнении индивидуальных заданий, задаваемых преподавателем, ведущим лабораторные занятия, подготовки теоретического материала к лабораторным занятиям, на основе конспектов лекций и учебной литературы, согласно календарному плану и подготовки теоретического материала к тестовому опросу, зачёту и зачёту, согласно вопросам к экзамену. Указания по оформлению работ: могут выполняться на отдельных листах либо непосредственно в рабочей тетради; - оформление индивидуальных заданий желательно на отдельных листах.

Проверка индивидуальных заданий по темам, разобранным на лабораторных занятиях, осуществляется через неделю на текущем лабораторном занятии, либо в течение недели после этого занятия на консультации. Для разъяснения непонятных вопросов лектором и ассистентом еженедельно проводятся консультации, о времени которых группы извещаются заранее. В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала. Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом. Используется как традиционная информационно объяснительная подача материала, так и интерактивная подача с мультимедийной системой. Материал курса изложен в основном в литературных источниках, перечисленных в списке литературы. Задача преподавателя состоит в расстановке акцентов и разъяснении смысла и необходимости введения обобщений. Для полноценного восприятия новых объектов необходима иллюстрация их практического применения. Это физические модели, для которых математические модели приводят к краевым задачам.

Обсуждение способов решения предлагаемых задач призвано активизировать познавательную деятельность студентов. Этому должна способствовать практическая направленность итоговых результатов.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья. В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации).

## **7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).**

### **7.1. Перечень информационно-коммуникационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса**

1. Википедия, свободная энциклопедия. [Электронный ресурс]. <http://ru.wikipedia.org>
2. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» ([www.studmedlib.ru](http://www.studmedlib.ru));
3. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru>)
4. Каталог информационной системы «Единое окно доступа к образовательным ресурсам». [Электронный ресурс]. – <http://window.edu.ru/window/catalog>
5. Экспонента, образовательный математический сайт. [Электронный ресурс]. – <http://www.exponenta.ru>

### **7.2 Перечень лицензионного и свободно распространяемого 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. Математический пакет **MathCAD, FemLAB**
5. Программы, демонстрации видео материалов (проигрыватель «Windows Media Player»).
6. Программы для демонстрации и создания презентаций («Microsoft Power Point»).

### **7.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационно-справочных систем**

#### **7.3. Перечень информационных справочных систем:**

1. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU (<http://www.elibrary.ru/>)
2. Электронно-библиотечная система издательств «Лань» (<http://e.lanbook.com>).
3. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека ONLAIN» (<http://www.elibrary.ru/>).

### **8. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)**

| №  | Вид работ                                  | Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность  |
|----|--|---|
| 1. | Лекционные занятия                         | Лекционная аудитория, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук): ауд. 129, 131, А301б, А305, А307  |
| 2. | Семинарские занятия                        |   |
| 3. | Лабораторные занятия                       |   |
| 4. | Групповые (индивидуальные) консультации    | Аудитория Ауд. 147-150, 133   |
| 5. | Текущий контроль, промежуточная аттестация | Аудитория Ауд. 147-150, 133   |
| 6. | Самостоятельная работа                     | Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Ауд. 102-А и читальный зал |