

**Компонент ОПОП 01.03.02 Прикладная математика и информатика**

**направленность (профиль) Системное программирование и компьютерные технологии**

наименование ОПОП

**К.М.01.08**

шифр дисциплины

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**Дисциплины  
(модуля)**

**Математическое моделирование**

Разработчик (и):

Левитес В. В.

ФИО

доцент кафедры ВМиФ

должность

канд. пед. наук

ученая степень,  
звание

Утверждено на заседании кафедры

Высшей математики и физики

наименование кафедры

протокол № 6 от 22.03.2024

Заведующий кафедрой



подпись

Левитес В.В.

ФИО

## 1. Критерии и средства оценивания компетенций и индикаторов их достижения, формируемых дисциплиной (модулем)

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора(ов) достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине (модулю)			Оценочные средства текущего контроля	Оценочные средства промежуточной аттестации
		<i>Знать</i>	<i>Уметь</i>	<i>Владеть</i>		
ОПК-3. Способен применять и модифицировать математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности	ИД-1ОПК-3 Применяет математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности ИД-2ОПК-3 Модифицирует математические модели для решения задач в области профессиональной деятельности ИД-3ОПК-3 Использует фундаментальные результаты математики при создании моделей в области профессиональных интересов	<ul style="list-style-type: none"> <li>– признаки классификации математических моделей и соответствующие классы;</li> <li>– свойства моделей и требования к ним;</li> <li>– современные направления в развитии математического моделирования;</li> <li>– физические законы сохранения и движения и соответствующие им уравнения для вещества (энергии);</li> <li>– особенности применения математических моделей и методов в различных предметных областях;</li> <li>– специфику агентно- и проблемно-ориентированного подходов в практике моделирования сложных динамических систем;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– анализировать устойчивость, чувствительность и адекватность моделей;</li> <li>– выполнять декомпозицию математической модели и параметрическую идентификацию моделей, получать результат моделирования на основе выходов ансамбля моделей;</li> <li>– профессионально и творчески подходить к спецификации моделей при решении прикладных задач;</li> <li>– анализировать результаты вычислительных</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– графовыми и автоматными методами моделирования;</li> <li>– численными методами для решения типовых задач в рамках математического моделирования;</li> <li>– навыками планирования и проведения вычислительных экспериментов;</li> <li>– методами решения обратных задач математического моделирования; методами решения обыкновенных дифференциальных уравнений;</li> <li>– методами решения краевых задач математической физики;</li> <li>– навыками объектно-ориентированного подхода для</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- комплект заданий для выполнения практических работ;</li> <li>- тестовые задания;</li> <li>- типовые задания по вариантам для выполнения контрольной работы</li> </ul>	Тестирование по разделам дисциплины, домашние контрольные работы, семинарские занятия

		<p>стандарты и типовые требования, предъявляемые к симуляторам.</p>	<p>экспериментов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выполнять визуализацию имеющихся данных;</li> <li>– строить структурные и функциональные схемы моделей;</li> <li>– ставить и решать задачи статистического и имитационного моделирования;</li> <li>– строить фазовый портрет автономной динамической системы;</li> <li>– выполнять дискретизацию непрерывной области исследования в соответствии с имеющимися данными;</li> <li>– корректно совместно использовать экспериментальные данные различного типа и из различных источников для достижения целей</li> </ul>	<p>программной реализации моделей и методов; различными системами координат и разностными сетками при выполнении дискретизации в задаче с непрерывным по пространству объектом исследования;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками работы с несколькими пакетами консольных утилит и/или графических инструментальных сред для моделирования изменчивости характеристик пространственно распределённых дискретных, непрерывных или непрерывных событийно-управляемых систем;</li> <li>– навыками постановки и решения задач моделирования в условиях большого</li> </ul>		
--	--	---	--	--	--	--

			<p>моделирования;</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– проводить исследования реальных систем с учётом разных масштабов времени и пространства;</li><li>– совместно использовать модели различных систем.</li></ul>	<p>объёма разнородной избыточной или недостаточной информации о многокомпонентных системах.</p>		
--	--	--	--	---	--	--

2. Оценка уровня сформированности компетенций (индикаторов их достижения)

Показатели оценивания компетенций (индикаторов их достижения)	Шкала и критерии оценки уровня сформированности компетенций (индикаторов их достижения)			
	Ниже порогового («неудовлетворительно»)	Пороговый («удовлетворительно»)	Продвинутый («хорошо»)	Высокий («отлично»)
<b>Полнота знаний</b>	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущены не грубые ошибки.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки. Допущены некоторые погрешности.	Уровень знаний в объёме, соответствующем программе подготовки.
<b>Наличие умений</b>	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Выполнены типовые задания с не грубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объёме (отсутствуют пояснения, неполные выводы)	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные задания с некоторыми погрешностями. Выполнены все задания в полном объёме, но некоторые с недочётами.	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Задания выполнены в полном объёме без недочётов.
<b>Наличие навыков (владение опытом)</b>	При выполнении стандартных заданий не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для выполнения стандартных заданий с некоторыми недочётами.	Продемонстрированы базовые навыки при выполнении стандартных заданий с некоторыми недочётами.	Продемонстрированы все основные умения. Выполнены все основные и дополнительные задания без ошибок и погрешностей. Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач.
<b>Характеристика сформированности компетенции</b>	Компетенции фактически не сформированы. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач.  ИЛИ Зачетное количество баллов не набрано согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач.  ИЛИ Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков достаточно для решения стандартных профессиональных задач.  ИЛИ Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону	Сформированность компетенций полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в полной мере достаточно для решения сложных, в том числе нестандартных, профессиональных задач.  ИЛИ Набрано зачетное количество баллов согласно установленному диапазону

### 3. Критерии и шкала оценивания заданий текущего контроля

Тестирование по разделу дисциплины

Процент правильных ответов	До 60	61-80	81-100
Количество баллов за решенный тест	0	1-3	4-6

#### Выполнение и защита практической работы (ПР)

- 7-8 баллов выставляется, если студент вовремя и полностью выполнил задание на ПР, правильно и полностью описал и изложил необходимые результаты в отчете, аргументировав их на защите ПР.
- 5-6 балла выставляется, если студент выполнил задание на ПР, правильно описал и изложил необходимые результаты в отчете, аргументировав их на защите ПР, но задержал сдачу работы на одну неделю.
- 3-4 балла выставляется, если студент выполнил задание на ПР, правильно описал и изложил необходимые результаты в отчете, аргументировав их на защите ПР, но задержал сдачу работы на две недели.
- 1-2 балла выставляется, если студент выполнил задание на ПР, описал и изложил необходимые результаты в отчете, аргументировав их на защите ПР, но задержал сдачу работы более чем три недели.
- 0 баллов - если студент не выполнил задания и/или предоставил отчет.

#### Выступление с презентацией (доклад, реферат)

Характеристика выступления с презентацией	количество баллов
<b>Содержание</b>	
Сформулирована цель работы	0,5
Понятны задачи и ход работы	0,5
Информация изложена полно и четко	0,5
Иллюстрации усиливают эффект восприятия текстовой части информации	0,5
Сделаны выводы	0,5
<b>Оформление презентации</b>	
Единый стиль оформления	0,5
Текст легко читается, фон сочетается с текстом и графикой	0,5
Все параметры шрифта хорошо подобраны, размер шрифта оптимальный и одинаковый на всех слайдах	0,5
Ключевые слова в тексте выделены	0,5
<b>Эффект презентации</b>	
Общее впечатление от просмотра презентации	0,5
<b>Мах количество баллов</b>	<b>5</b>

#### Разработка и защита проекта

Характеристики работы студента	количество баллов
<ul style="list-style-type: none"> <li>- студент глубоко и всесторонне усвоил проблему;</li> <li>- уверенно, логично, последовательно и грамотно его излагает;</li> <li>- опираясь на знания основной и дополнительной литературы, тесно привязывает усвоенные научные положения с практической деятельностью;</li> <li>- умело обосновывает и аргументирует выдвигаемые им идеи;</li> <li>- делает выводы и обобщения;</li> </ul>	20

<b>Характеристики работы студента</b>	<b>количество баллов</b>
- свободно владеет понятиями	
- студент твердо усвоил тему, грамотно и по существу излагает ее, опираясь на знания основной литературы; - не допускает существенных неточностей; - увязывает усвоенные знания с практической деятельностью; - аргументирует научные положения; - делает выводы и обобщения; - владеет системой основных понятий	15
- тема раскрыта недостаточно четко и полно, то есть студент освоил проблему, по существу излагает ее, опираясь на знания только основной литературы; - допускает несущественные ошибки и неточности; - испытывает затруднения в практическом применении знаний; - слабо аргументирует научные положения; - затрудняется в формулировании выводов и обобщений; - частично владеет системой понятий	10
- студент не усвоил значительной части проблемы; - допускает существенные ошибки и неточности при рассмотрении ее; - испытывает трудности в практическом применении знаний; - не может аргументировать научные положения; - не формулирует выводов и обобщений; - не владеет понятийным аппаратом	5

#### **4. Критерии и шкала оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю) при проведении промежуточной аттестации**

Для дисциплин (модулей), заканчивающихся экзаменом, результат промежуточной аттестации складывается из баллов, набранных в ходе текущего контроля и при проведении экзамена:

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценки ответа на экзамене</b>
<b><i>Отлично</i></b>	Обучающийся глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении вопроса. Владеет специальной терминологией, демонстрирует общую эрудицию в предметной области, использует при ответе ссылки на материал специализированных источников, в том числе на Интернет-ресурсы.
<b><i>Хорошо</i></b>	Обучающийся твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, владеет специальной терминологией на достаточном уровне; могут возникнуть затруднения при ответе на уточняющие вопросы по рассматриваемой теме; в целом демонстрирует общую эрудицию в предметной области.
<b><i>Удовлетворительно</i></b>	Обучающийся имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, плохо владеет специальной терминологией, допускает существенные ошибки при ответе, недостаточно ориентируется в источниках специализированных знаний.
<b><i>Неудовлетворительно</i></b>	Обучающийся не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, не владеет специальной терминологией, не ориентируется в источниках специализированных знаний. Нет ответа на поставленный вопрос.

Оценка, полученная на экзамене, переводится в баллы («5» - 10 баллов, «4» - 15 балл, «3» - 10 баллов) и суммируется с баллами, набранными в ходе текущего контроля.

Итоговая оценка по дисциплине (модулю)	Суммарные баллы по дисциплине (модулю), в том числе	Критерии оценивания
<i>Отлично</i>	91 - 100	Выполнены все контрольные точки текущего контроля на высоком уровне. Экзамен сдан
<i>Хорошо</i>	81-90	Выполнены все контрольные точки текущего контроля. Экзамен сдан
<i>Удовлетворительно</i>	70- 80	Контрольные точки выполнены в неполном объеме. Экзамен сдан
<i>Неудовлетворительно</i>	69 и менее	Контрольные точки не выполнены или не сдан экзамен

**5. Задания диагностической работы для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках внутренней и внешней независимой оценки качества образования**

ФОС содержит задания для оценивания знаний, умений и навыков, демонстрирующих уровень сформированности компетенций и индикаторов их достижения в процессе освоения дисциплины (модуля).

Комплект заданий разработан таким образом, чтобы осуществить процедуру оценки каждой компетенции, формируемых дисциплиной (модулем), у обучающегося в письменной форме.

Содержание комплекта заданий включает: *тестовые задания, индивидуальные домашние задания, задания для контрольных работ.*

**1. Типовое тестовое задание**

**1) Какой из перечисленных методов оптимизации можно считать локально оптимальным («жадным»)?**

- a) сопряжённых направлений,
- b) наискорейшего спуска,
- c) метод Ньютона,
- d) метод Левенберга-Марквардта.

**2) Укажите в списке ниже название метода для определения количества значимых сингулярных чисел по сингулярному спектру:**

- a) северо-западного угла,
- b) наименьших квадратов,
- c) каменистой осыпи,
- d) разделяй и властвуй.

**3) Какой тип особой точки на фазовой плоскости бывает только устойчивым?**

- a) центр,
- b) узел,
- c) фокус,
- d) седло.

**4) Для какого термина теории векторного анализа вихрь является синонимом?**

- a) дивергенция,
- b) ротор,
- c) градиент,
- d) нормаль.



**5) Что означает латинское выражение «in situ» в контексте исследования пространственно распределённых систем?**

- a) на месте,
- b) в эпицентре,
- c) при погружении,
- d) по мере удаления.

**6) По аналогии с кривыми второго порядка дифференциальные уравнения в частных производных получили названия (выберите лишнее):**

- a) круговые,
- b) эллиптические,
- c) гиперболические,
- d) параболические.

**7) Каких видов краевых условий не существует:**

- a) Колмогорова,
- b) Дирихле,
- c) Неймана.

**8) Укажите синоним для гибридных динамических систем:**

- a) дискретные плохо структурированные,
- b) дискретные пространственно ограниченные,
- c) непрерывные линейно независимые,
- d) непрерывные событийно-управляемые.

**9) Метод кригинга в геоинформационных системах является методом...**

- a) визуализации,
- b) фильтрации,
- c) интерполяции,
- d) прогнозирования.

**10) Какой из перечисленных видов деятельности не может регламентироваться международными актами морского пространственного планирования:**

- a) пассажирские перевозки,
- b) научная деятельность,
- c) охрана государственных границ,
- d) добыча полезных ископаемых,
- e) все варианты могут регламентироваться.

**Ключ:** 1 - b 2 - c 3 - a 4 - b 5 - a 6 - a 7 - a 8 - d 9 - c 10 - e

## **2. Презентация: алгоритм и рекомендации по созданию презентации**

Алгоритм создания презентации

- 1 этап – определение цели презентации
- 2 этап – подробное раскрытие информации,
- 3 этап - основные тезисы, выводы.

Следует использовать 10-15 слайдов. При этом:

- первый слайд – титульный. Предназначен для размещения названия презентации, имени докладчика и его контактной информации;

- на втором слайде необходимо разместить содержание презентации, а также краткое описание основных вопросов;
- все оставшиеся слайды имеют информативный характер.
- Обычно подача информации осуществляется по плану: тезис – аргументация – вывод.

Рекомендации по созданию презентации:

1. Читабельность (видимость из самых дальних уголков помещения и с различных устройств), текст должен быть набран 24-30-ым шрифтом.
2. Тщательно структурированная информация.
3. Наличие коротких и лаконичных заголовков, маркированных и нумерованных списков.
4. Каждому положению (идее) надо отвести отдельный абзац.
5. Главную идею надо выложить в первой строке абзаца.
6. Использовать табличные формы представления информации (диаграммы, схемы) для иллюстрации важнейших фактов, что даст возможность подать материал компактно и наглядно.
7. Графика должна органично дополнять текст.
8. Выступление с презентацией длится не более 10 минут;

### **3. Учебный проект**

- В процессе выполнения комплекта лабораторных работ объем получаемых знаний и навыков накапливается от задания к заданию. При этом каждая последующая работа, углубляя понимание, позволяет выполнять задание более точно и правильно. Очень часто ранее выполненные работы имеет смысл уточнить в свете вновь полученных знаний.
- Для приведения всех работ в согласованное и уточненное состояние имеет смысл завершить лабораторный практикум защитой проекта, который будет включать окончательный вариант всех выполненных работ.
- Защиту проекта можно проводить в форме так называемого, круглого стола. Это позволяет обогатить опыт всех учащихся посредством публичного выступления и последующего участия в обсуждении.
- Защита проекта, результирующего комплекс лабораторных работ, оценивается преподавателем как отдельная работа и входит в общую балльную оценку по дисциплине.
- Необходимо отметить особенную эффективность дополнения оценки преподавателя баллами, выставляемыми студентами друг другу по результатам всех выступлений. Для этих целей выделяется некоторое количество баллов, например, 5, и каждый студент распределяет эти баллы в любой пропорции между наиболее понравившимися участниками круглого стола, за исключением себя.
- Такое включение студентов в оценивание работ друг друга формирует у них более ответственное отношение как к своей работе, так и к работам других студентов.

### **Вопросы к экзамену:**

1. Математические модели: свойства, классификационные признаки и классы;
2. Прямая и обратная задачи математического моделирования. Регуляризация некорректных задач. Классы методов решения обратных задач.
3. Вычислительный и компьютерный эксперимент: планирование, проведение, протоколирование, анализ результатов, визуализация.
4. Объектно-ориентированный подход в разработке программной инфраструктуры для моделирования и осуществления многовариантных компьютерных экспериментов.
5. Имитационное моделирование (автоматный подход, клеточные автоматы, моделирование с помощью систем частиц).

6. Агентно-ориентированный подход в имитационном моделировании.
7. Численные методы: типовые задачи, методы и свойства методов.
8. Статистическое моделирование (закон больших чисел, центральная предельная теорема, методы Монте-Карло).
9. Приложения обыкновенных дифференциальных уравнений и их систем к задачам механики, электротехники, биологии, экономики.
10. Система двух обыкновенных уравнений I порядка и её связь с изменчивостью автономных систем. Фазовая плоскость и фазовый портрет динамической системы.
11. Приложения дифференциальных уравнений в частных производных: краевые задачи математической физики.
12. Уравнения статики и динамики: состояния, переноса вещества, преобразования энергии, непрерывности (неразрывности). Уравнения газо-, гидро-, флюидо-, электро-, термодинамики.
13. Источники данных: проблемы совместного использования данных контактных измерений и дистанционное зондирование. Учёт факторов процессов для различных масштабов изменчивости (по времени, по пространству).
14. Региональные и глобальные модели сложных динамических систем.
15. Численные схемы: системы координат и разностные сетки. Способы комбинирования сеток.
16. Совместные двухкомпонентные модели систем (океан-атмосфера, суша-море, ионосфера-ближний космос, литосфера-ионосфера и др.).
17. Проблемно-ориентированные языки программирования, пакеты консольных программ и графические инструментальные среды для моделирования динамических систем. Стандарты для симуляторов CSSL.
18. Моделирование гибридных (непрерывных событийно-управляемых) систем.
19. Примеры программных реализаций моделей динамических систем.
20. Комплексные решения для моделирования многокомпонентных систем. Математическое обеспечение и программные продукты поддержки принятия управленческих решений. Примеры.