

Государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования Московской области  
«Университет «Дубна»  
(государственный университет «Дубна»)  
Филиал «Протвино»  
Кафедра Общеобразовательных дисциплин



/Евсиков А.А./  
Фамилия И.О.  
26 » 06 2020 г.

## Рабочая программа дисциплины (модуля)

Математическое моделирование процессов, систем и комплексов  
*наименование дисциплины (модуля)*

Направление подготовки (специальность)  
09.03.01 Информатика и вычислительная техника  
*код и наименование направления подготовки (специальности)*

Уровень высшего образования  
бакалавриат  
*бакалавриат, магистратура, специалитет*


Направленность (профиль) программы (специализация)  
«Программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем»

Форма обучения  
очная  
*очная, очно-заочная, заочная*

Протвино, 2020

Преподаватель (преподаватели):

Куликов А.В, доцент, к.ф.-м.н., кафедра общеобразовательных дисциплин

  
\_\_\_\_\_  
(Фамилия И.О., должность, ученая степень, ученое звание, кафедра; подпись)

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) высшего образования

09.03.01 Информатика и вычислительная техника

\_\_\_\_\_  
(код и наименование направления подготовки (специальности))

Программа рассмотрена на заседании кафедры общеобразовательных дисциплин

(название кафедры)

Протокол заседания № 3 от « 24 » 06 2020 г.

Заведующий кафедрой

  
\_\_\_\_\_  
(Фамилия И.О., подпись)

/Сытин А.Н./

СОГЛАСОВАНО

Зав. выпускающей кафедрой

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

/ Нурматова Е.В./  
(фамилия, имя, отчество)

«     »     20     г.

## Оглавление

1	Цели и задачи освоения дисциплины.....	4
2	Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля).....	4
3	Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП .....	4
4	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников) .....	4
5	Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся .....	6
6	Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий.....	6
7	Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)...	10
8	Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения .....	11
9	Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю).....	11
10	Ресурсное обеспечение .....	21
11	Язык преподавания.....	23

## 1 Цели и задачи освоения дисциплины

Целью курса «Математическое моделирование процессов, систем и комплексов» является приобретение студентами знаний в области моделирования различных систем, необходимых при анализе и синтезе сложных комплексов, а также умения применять современные технологии планирования и проведения компьютерного моделирования.

В ходе достижения цели решаются задачи приобретения студентами практических навыков моделирования систем, методов анализа и интерпретации результатов моделирования, проверки адекватности модели исследуемой системе.

## 2 Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля)

- автоматизированные системы обработки информации и управления;
- программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем (программы, программные комплексы и системы).

## 3 Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина шифр Б1.В.ДВ.02.02 «Математическое моделирование процессов, систем и комплексов» является дисциплиной по выбору и относится к вариативной части блока дисциплин ОПОП ВО. Изучается в 1–м и 2–м семестрах 1–го курса.

Приступая к изучению дисциплины, студенты должны иметь твёрдые знания элементарной математики в объёме средней школы.

Освоение материала дисциплины позволит студенту быть подготовленным к изучению дисциплин естественнонаучного и профессионального циклов и последующей профессиональной деятельности. В курсе «Математическое моделирование процессов, систем и комплексов» предполагается овладение ОПК-1, ОПК-9, ПК-2

## 4 Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

<b>Формируемые компетенции</b> <i>(код компетенции, уровень (этап) освоения)</i> <i>(последний – при наличии в карте компетенции)</i>	<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций</b>
<b>ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.</b>	<b>Знать:</b> методы математического анализа и моделирования. <b>Уметь:</b> применять естественнонаучные и общинженерные знания в профессиональной деятельности. <b>Владеть:</b> методами теоретического и экспериментального исследования и автоматизированной обработки результатов экспериментов.
<b>ОПК-9: Способен осваивать методики использования программных средств для решения практических задач</b>	<b>Знать:</b> основные понятия теории моделирования сложных систем, языки и инструментальные средства моделирования. <b>Уметь:</b>

	<p>решать практические задачи моделирования сложных систем с использованием программных средств.</p> <p><b>Владеть:</b> методами обработки и графического представления экспериментальной информации, программированием в среде SciLab</p>
<p><b>ПК-2: Способность проводить тестирование компонентов вычислительной системы и исследовать полученные результаты</b></p>	<p>ПК2.1 - Знать Инструменты выполнения тестов Базовые техники проектирования и комбинаторики тестов Типы дефектов, их классификации и статистики возникновения Виды и техники тестирования Классификация видов и типов тестирования Техники проектирования и комбинаторики тестов Системы автоматизированного тестирования Язык скриптов для написания автотестов Архитектура тестируемой системы Основы работы в операционной системе, в которой производится тестирование Техники тестирования (техники, базирующиеся на интуиции и опыте инженера; техники, базирующиеся на спецификации; техники, ориентированные на код; тестирование, ориентированное на дефекты; техники, базирующиеся на условиях использования; тестирование, базирующееся на надежности инженерного процесса; техники, базирующиеся на природе приложения) Системы автоматизированного тестирования Основы программирования</p> <p>ПК2.2 - Уметь Самостоятельный поиск информации, необходимой для восстановления тестов после сбоя Сопоставлять и анализировать информацию. Проводить сравнительный анализ результатов тестирования Разрабатывать скрипты для автоматизации тестирования Понимать процесс тестирования программного обеспечения и жизненный цикл программного продукта Анализировать тестовые случаи</p> <p>ПК2.3 - Владеть Получение данных об ожидаемых результатах тестирования Получение данных о реальных результатах тестирования Проверка на соответствие полученных результатов Исследование некорректных результатов тестирования, при необходимости Проверка тестового сценария на ошибку в данных, при необходимости Проверка тестовых методов на охват основных функций и свойств, при необходимости Проверка выполнения достигнутой цели тестирования тестовым сценарием Определение причины сбоя вместе с разработчиками Выполнение начальных настроек для проведения тестирования Написание программ для автоматизированного тестирования Проведение повторного тестирования</p>

\*) результат обучения сформулирован на основании требований профессиональных стандартов:

- 06.004 «Специалист по тестированию в области информационных технологий», обобщённая трудовая функция В – Разработка тестовых случаев, проведение тестирования и исследование результатов; трудовая функция В/03.5 – Восстановление тестов после сбоя

ев, повлекших за собой нарушение работы системы; трудовая функция В/04.5 – Анализ результатов тестирования.

**5 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Объем дисциплины составляет 6 зачетных единиц, всего 216 часов, из которых:

**51 час составляет контактная работа обучающихся с преподавателем<sup>1</sup>.**

Из них:

51 час – практические занятия.

\_\_\_\_\_ часов – мероприятия текущего контроля успеваемости<sup>2</sup>;

**36 часов – мероприятия промежуточной аттестации<sup>4</sup> (экзамен),**

**129 часов составляет самостоятельная работа обучающихся.**

**6 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий**

---

<sup>1</sup> Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

<sup>2</sup> В скобках необходимо сделать уточнение, если мероприятия текущего контроля успеваемости и (или) промежуточной аттестации (например, зачет, дифференцированный зачет) проводятся в рамках занятий семинарского типа, групповых или индивидуальных консультаций.

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля)  Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе:										
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них <sup>3</sup>							Самостоятельная работа обучающегося, часы, из них			
		Лекционные занятия	Семинарские занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	⋮	Групповые консультации	Индивидуальные консультации	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка рефератов и т.п.
<b>I семестр</b>												
<b>Основные понятия теории моделирования сложных систем.</b> Классификация видов моделирования систем. Проблема качества моделирования. Адекватность модели изучаемой системе. Причины и устранение неадекватности модели изучаемой системе. Особенности компьютерного моделирования. Требования пользователя к модели. Основные этапы моделирования систем. Построение концептуальных моделей систем и их формализация. Алгоритмизация моделей систем и их машинная реализация. Непрерывно-детерминированные модели (D-схемы). Дискретно-детерминированные модели (F-схемы). Дискретно-стохастические модели (P-схемы). Непрерывно-стохастические модели (Q-схемы). Ком-	72			8					8		25	25

<sup>3</sup> Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

бинированные модели.													
<b>Моделирование динамических систем</b> Понятие о динамической системе и её модели. Параметры состояния системы, начальные условия, закон функционирования. Точки равновесия, фазовое пространство, фазовая траектория, фазовый портрет системы. Устойчивость и неустойчивость точек равновесия. Точки равновесия в автономных динамических системах двух переменных. Аналитическое исследование и компьютерное моделирование поведения систем. Понятие о преобразовании Лапласа. Функциональное описание системы. Передаточная функция. Методы вычисления передаточной функции. Колебательные системы. Модели систем: механические, электрические, химические системы. Биологические системы: модель Мальтуса динамики численности народонаселения земного шара; модель Ферхюльста численности однородной популяции; модель Вальтера-Лотки			9						9		30	30	
Промежуточная аттестация: <u>зачёт</u>		X								X			
<b>Итого</b>	72		17						17		55	55	
<b>II семестр</b>													
<b>Моделирование Стохастических систем.</b> Модели систем с элементами случайного поведения. Примеры систем, отличных от детерминированных. Генераторы случайных и псевдослучайных чисел. Оценка качества датчика случайных чисел. Моделирование случайных величин с заданным законом распределения. Теория метода Монте-Карло. Возможности метода статистических испытаний и его точность. Примеры статистического моделирования.	108		8						8		14	14	
<b>Моделирование распределённых систем</b> Классификация задач математической физики. Начальные и граничные условия. Вычислительные методы исследования распределённых систем: метод конечных элементов; метод конечных разностей.			6						6		12	12	



<b>Имитационное моделирование</b> Имитационное моделирование систем с очередями. Поток случайных событий. Пуассоновский поток случайных событий. Модели систем с очередями. Связь с теорией массового обслуживания. Анализ очередей. Структура систем с ожиданием. Показатели работы системы. Анализ затрат. Дисциплина обслуживания очереди.				8					8		14	14
<b>Обработка результатов вычислительных экспериментов</b> Планирование вычислительных экспериментов. Методы теории планирования экспериментов. Факторные пространства. Оценка влияния и взаимосвязи факторов. Виды факторного анализа экспериментов. Обработка результатов вычислительных экспериментов. Метод наименьших квадратов. Регрессионный анализ результатов моделирования. Проверка адекватности модели. Корреляционный анализ результатов моделирования.				8					8		22	22
<b>Языки и инструментальные средства моделирования</b> Обзор языков и программных средств моделирования.				4					4		12	12
Промежуточная аттестация <u>экзамен</u>	36 <sup>4</sup>	X								X		
<b>Итого</b>	144			34					34		74	74

<sup>4</sup> Часы на промежуточную аттестацию (зачет, дифференцированный зачет, экзамен и др.) указываются в случае выделения их в учебном плане.

**7 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)**

**Методические указания к практическим занятиям**

Последовательное решение практических задач по следующим темам:

<i>Раздел дисциплины</i>	<i>Темы практических занятий</i>
<b>I семестр</b>	
<i>Основные понятия теории моделирования сложных систем.</i>	Алгоритмизация моделей систем и их машинная реализация. Непрерывно-детерминированные модели (D-схемы). Дискретно-детерминированные модели (F-схемы). Дискретно-стохастические модели (P-схемы). Непрерывно-стохастические модели (Q-схемы)
<i>Моделирование динамических систем</i>	Моделирование в среде SciLab колебательных систем на примере модели маятника. Моделирование в среде SciLab биологических систем на примере модели Вальтера Лотки. Моделирование в среде SciLab хаотического поведение систем.
<b>II семестр</b>	
<i>Моделирование Стохастических систем.</i>	Моделирование в среде SciLab случайных величин с заданным законом распределения. Моделирование в среде SciLab случайных величин с нормальным законом распределения. Метод Монте-Карло для анализа моделей со случайными параметрами
<i>Моделирование распределённых систем</i>	Решение одномерной задачи теплопроводности методом конечных разностей. Визуализация результатов
<i>Имитационное моделирование</i>	Моделирование систем массового обслуживания в среде SciLab,
<i>Обработка результатов вычислительных экспериментов</i>	Обработка экспериментальных данных методом наименьших квадратов Полиномиальная интерполяция экспериментальных данных
<i>Языки и инструментальные средства моделирования</i>	Среда моделирования SciLab. Графика в SciLab. Решение нелинейных систем в SciLab. Линейная алгебра в SciLab. Программирование в SciLab

**Методическое обеспечение инновационных форм учебных занятий**

Дискуссии в группе и разбор конкретных ситуаций, связанных с моделированием систем.

**Методические указания для самостоятельной работы обучающихся**

Тематика самостоятельных работ студентов соответствует темам практических занятий. Текущий контроль успеваемости состоит из проведения устного опроса (УО-1) на практических занятиях и выполнении контрольных работ (ПР-2). Контрольные работы проводятся по укрупнённым разделам. Названия тем и распределение времени самостоятельной работы по темам приведены в таблице.

Студентам предлагаются контрольные задания по темам, соответствующим практическим занятиям

**I семестр**

<i>№ п/п</i>	<i>Наименование работы</i>	<i>Содержание самостоятельной работы</i>	<i>Трудоемкость</i>
1	ПР2.1	Непрерывно-детерминированные модели (D-схемы). Дис-	25

		кретно-детерминированные модели (F-схемы).	
2	ПР2.2	Моделирование в среде SciLab динамических и статистических систем	30

### II семестр

№ п/п	Наименование работы	Содержание самостоятельной работы	Трудоемкость
1	ПР2.3	Задачи математической физики и имитационное моделирование	40
2	ПР2.4	Обработка экспериментальных данных. Программирование в SciLab	34

## 8 Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения

*Перечень обязательных видов учебной работы студента:*

- посещение практических занятий;
- ответы на теоретические вопросы на практических занятиях;
- решение задач на практических занятиях;
- выполнение контрольных заданий

В случае использования инновационных форм проведения учебных занятий<sup>5</sup> приводится перечень инновационных форм проведения учебных занятий (по видам учебных занятий).

*(сведения о наличии по дисциплине (модулю) инновационных форм проведения учебных занятий, о количестве часов по видам учебных занятий отражаются в учебном плане по образовательной программе)*

### Инновационные формы проведения учебных занятий

Семестр	Вид учебных занятий <sup>6</sup>	Используемые инновационные формы проведения учебных занятий	Количество академ. часов
I семестр	Практические занятия	Разбор конкретных ситуаций при моделировании систем	8
II семестр	Практические занятия	Разбор конкретных ситуаций при моделировании систем	16
Всего:			24

## 9 Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)

- Описание шкал оценивания.

<sup>5</sup> При разработке и реализации ОПОП ВО выпускающая кафедра должна предусмотреть применение инновационных форм учебных занятий, развивающих у обучающихся навыки командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерские качества (включая, при необходимости, проведение интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализ ситуаций и имитационных моделей, преподавание дисциплин (модулей) в форме курсов, составленных на основе результатов научных исследований, проводимых университетом, в том числе с учетом региональных особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей).

<sup>6</sup> Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

При балльно-рейтинговой системе все знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате изучения дисциплины, оцениваются в баллах.

Оценка качества работы в рейтинговой системе является накопительной и используется для оценивания системной работы студентов в течение семестра.

### І семестр

По итогам работы в семестре студент может получить максимально **70** баллов. Промежуточной формой контроля в І семестре является зачёт.

В течение І семестра студент может заработать баллы за следующие виды работ:

№	Вид работы	Сумма баллов
1	Работа на практических занятиях	17
2	Контрольная работа ПР-2.1	33
3	Контрольная работа ПР-2.2	33
4	Аудиторные занятия (посещение)	17
Итого:		100

Если к моменту окончания семестра студент не набрал минимального числа баллов (**50** баллов), то он не получает допуск к зачёту.

Если студент набирает более **50** баллов, то он допускается к зачёту.

Если студент набирает более **70** баллов, то он получает автоматическую оценку «зачтено».

### ІІ семестр

По итогам работы в семестре студент может получить максимально **74** балла.

Распределение баллов по видам работ, формирующих рейтинговую оценку работы студента в течение ІІ-го семестра, осуществляется следующим образом:

№	Вид работы	Сумма баллов
1	Работа на практических занятиях	17
2	Контрольная работа ПР-2.3	20
3	Контрольная работа ПР-2.4	20
4	Аудиторные занятия (посещение)	17
Итого:		100

Промежуточной формой контроля во ІІ-м семестре является экзамен.

Если к моменту окончания семестра студент набирает от **51** до **70** баллов, то он получает допуск к экзамену.

Если студент к моменту окончания семестра набирает от **61** до **70** баллов, то он может получить автоматическую оценку «удовлетворительно». При желании повысить свою оценку, студент имеет право отказаться от автоматической оценки и сдать экзамен.

Если студент не набрал минимального числа баллов (**51** балл), то он не получает допуск к экзамену.

На экзамене студент может заработать до **30** баллов.

Формирование экзаменационной оценки происходит следующим образом:

Соответствие рейтинговых баллов и академических оценок

Общая сумма баллов за семестр	Итоговая оценка
86-100	Отлично
71-85	Хорошо
51-70	Допуск к экзамену
в том числе:	
61-70	Возможность получения автоматической оценки «удовлетворительно»
51-60	Только допуск к экзамену
0-50 *	Неудовлетворительно (студент не допущен к экзамену)

- Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования.

**ОПК-1: Способен применять естественнонаучные и общинженерные знания, методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования в профессиональной деятельности.**

**КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ**

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) <sup>*)</sup>	Уровень освоения компетенции <sup>**)</sup>	по дисциплине (модулю) ШКАЛА оценивания					ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ
		<i>(критерии берутся из соответствующих карт компетенций, шкала оценивания (4 или более шагов) устанавливается в зависимости от того, какая система оценивания (традиционная или балльно-рейтинговая) применяется)</i>					
		1	2	3	4	5	
<b>Знать:</b> методы математического анализа и моделирования	1 – пороговый	Отсутствие знаний	Не знает или слабо знает методы математического анализа и моделирования	Удовлетворительно знает методы математического анализа и моделирования	Хорошо знает методы математического анализа и моделирования	Демонстрирует свободное и уверенное знание методов математического анализа и моделирования	<i>Выполнение практического задания</i>
<b>Уметь:</b> применять естественнонаучные и общинженерные знания в профессиональной деятельности.	1 – пороговый	Отсутствие умения	Демонстрирует частичное умение применять естественнонаучные и общинженерные знания в профессиональной деятельности	Демонстрирует удовлетворительное умение применять естественнонаучные и общинженерные знания в профессиональной деятельности	Демонстрирует достаточно устойчивое умение применять естественнонаучные и общинженерные знания в профессиональной деятельности	Демонстрирует устойчивое умение применять естественнонаучные и общинженерные знания в профессиональной деятельности	<i>Выполнение практического задания</i>
<b>Владеть:</b> методами теоретического и экспериментального исследования и автоматизированной обработки результатов экспериментов.	1 – пороговый	Отсутствие владения	Не владеет или демонстрирует низкий уровень владения методами теоретического и экспериментального исследования и автоматизированной обработки результатов экспериментов	Демонстрирует удовлетворительный уровень владения методами теоретического и экспериментального исследования и автоматизированной обработки результатов экспериментов	Демонстрирует хороший уровень владения методами теоретического и экспериментального исследования и автоматизированной обработки результатов экспериментов	Демонстрирует высокий уровень владения методами теоретического и экспериментального исследования и автоматизированной обработки результатов экспериментов	<i>Выполнение практического задания</i>

**ОПК-9: Способен осваивать методики использования программных средств для решения практических задач**

**КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ**

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) *)	Уровень освоения компетенции **)	по дисциплине (модулю) ШКАЛА оценивания					ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ
		<i>(критерии берутся из соответствующих карт компетенций, шкала оценивания (4 или более шагов) устанавливается в зависимости от того, какая система оценивания (традиционная или балльно-рейтинговая) применяется)</i>					
		1	2	3	4	5	
<p><b>Знать:</b> основные понятия теории моделирования сложных систем, языки и инструментальные средства моделирования.</p> <p><b>Уметь:</b> решать практические задачи моделирования сложных систем с использованием программных средств.</p> <p><b>Владеть:</b> методами обработки и графического представления экспериментальной информации, программированием в среде SciLab</p>	1 – пороговый	Отсутствие знаний	Не знает или слабо знает основные понятия теории моделирования сложных систем, языки и инструментальные средства моделирования	Удовлетворительно знает основные понятия теории моделирования сложных систем, языки и инструментальные средства моделирования	Хорошо знает основные понятия теории моделирования сложных систем, языки и инструментальные средства моделирования	Демонстрирует свободное и уверенное знание основных понятий теории моделирования сложных систем, языков и инструментальных средств моделирования	<i>Выполнение практического задания</i>
	1 – пороговый	Отсутствие умений	Демонстрирует частичное умение решать практические задачи моделирования сложных систем с использованием программных средств	Демонстрирует удовлетворительное умение решать практические задачи моделирования сложных систем с использованием программных средств	Демонстрирует достаточно устойчивое умение решать практические задачи моделирования сложных систем с использованием программных средств	Демонстрирует устойчивое умение решать практические задачи моделирования сложных систем с использованием программных средств	<i>Выполнение практического задания</i>
	1 – пороговый	Отсутствие владения	Не владеет или демонстрирует низкий уровень владения методами обработки и графического представления экспериментальной информации, программированием в среде	Демонстрирует удовлетворительный уровень владения методами обработки и графического представления экспериментальной информации, программированием в среде SciLab	Демонстрирует хороший уровень владения методами обработки и графического представления экспериментальной информации, программированием в среде SciLab	Демонстрирует высокий уровень владения методами обработки и графического представления экспериментальной информации, программированием в среде	<i>Выполнение практического задания</i>

**ПК-2: Способность проводить тестирование компонентов вычислительной системы и исследовать полученные результаты**  
**КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ**

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине (модулю) *)	Уровень освоения компетен- ции **)	по дисциплине (модулю) ШКАЛА оценивания (критерии берутся из соответствующих карт компетенций, шкала оценивания (4 или более шагов) устанавливается в зависимости от того, какая система оценивания (традиционная или балльно-рейтинговая) применяется)					ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВА- НИЯ
		1	2	3	4	5	
ПК2.1 - Знать Инструменты выполнения тестов Базовые техники проектирования и комбинаторики тестов Типы дефектов, их классификации и статистики возникновения Виды и техники тестирования Классификация видов и типов тестирования Техники проектирования и комбинаторики тестов Системы автоматизированного тестирования Язык скриптов для написания автотестов Архитектура тестируемой системы Основы работы в операционной системе, в которой производится тестирование	1 – пороговый	Отсутствие знаний	Не знает или слабо знает инструменты выполнения тестов, базовые техники проектирования и комбинаторики тестов, типы дефектов, их классификации и статистики возникновения, виды и техники тестирования, классификацию видов и типов тестирования, техники проектирования и комбинаторики тестов, системы автоматизированного тестирования, язык скриптов для написания автотестов, архитектуру тестируемой системы, основы работы в операционной системе, в которой производится тестирование (техники, базирующиеся на интуиции и опыте инженера; тех-	Удовлетворительно знает инструменты выполнения тестов, базовые техники проектирования и комбинаторики тестов, типы дефектов, их классификации и статистики возникновения, виды и техники тестирования, классификацию видов и типов тестирования, техники проектирования и комбинаторики тестов, системы автоматизированного тестирования, язык скриптов для написания автотестов, архитектуру тестируемой системы, основы работы в операционной системе, в которой производится тести-	Хорошо знает инструменты выполнения тестов, базовые техники проектирования и комбинаторики тестов, типы дефектов, их классификации и статистики возникновения, виды и техники тестирования, классификацию видов и типов тестирования, техники проектирования и комбинаторики тестов, системы автоматизированного тестирования, язык скриптов для написания автотестов, архитектуру тестируемой системы, основы работы в операционной системе, в которой производится тести-	Демонстрирует свободное и уверенное знание инструментов выполнения тестов, базовые техники проектирования и комбинаторики тестов, типы дефектов, их классификации и статистики возникновения, виды и техники тестирования, классификацию видов и типов тестирования, техники проектирования и комбинаторики тестов, системы автоматизированного тестирования, язык скриптов для написания автотестов, архитектуру тестируемой системы, основы работы в операционной системе, в которой	Выполнение практического задания

Техники тестирования (техники, базирующиеся на интуиции и опыте инженера; техники, базирующиеся на спецификации; техники, ориентированные на код; тестирование, ориентированное на дефекты; техники, базирующиеся на условиях использования; тестирование, базирующееся на надежности инженерного процесса; техники, базирующиеся на природе приложения)

Системы автоматизированного тестирования

Основы программирования

ПК2.2 - Уметь Самостоятельный поиск информации, необходимой для восстановления тестов после сбоя Сопоставлять и анализировать информацию.

Проводить сравнительный анализ результатов тестирования

Разрабатывать скрипты для авто-

1 – пороговый

Отсутствие умений

ники, базирующиеся на спецификации; техники, ориентированные на код; тестирование, ориентированное на дефекты; техники, базирующиеся на условиях использования; тестирование, базирующееся на надежности инженерного процесса; техники, базирующиеся на природе приложения) системы автоматизированного тестирования, основы программирования

Демонстрирует частичное умение самостоятельного поиска информации, необходимой для восстановления тестов после сбоя; сопоставлять и анализировать информацию; проводить сравнительный анализ результатов тестирования; разрабатывать скрип-

техники тестирования (техники, базирующиеся на интуиции и опыте инженера; техники, базирующиеся на спецификации; техники, ориентированные на код; тестирование, ориентированное на дефекты; техники, базирующиеся на условиях использования; тестирование, базирующееся на надежности инженерного процесса; техники, базирующиеся на природе приложения) системы автоматизированного тестирования, основы программирования

Демонстрирует удовлетворительное умение самостоятельного поиска информации, необходимой для восстановления тестов после сбоя; сопоставлять и анализировать информацию; проводить сравнительный анализ результатов тестирования;

техники тестирования (техники, базирующиеся на интуиции и опыте инженера; техники, базирующиеся на спецификации; техники, ориентированные на код; тестирование, ориентированное на дефекты; техники, базирующиеся на условиях использования; тестирование, базирующееся на надежности инженерного процесса; техники, базирующиеся на природе приложения) системы автоматизированного тестирования, основы программирования

Демонстрирует достаточно устойчивое умение самостоятельного поиска информации, необходимой для восстановления тестов после сбоя; сопоставлять и анализировать информацию; проводить сравнительный анализ результатов тестирования;

производится тестирование техники тестирования (техники, базирующиеся на интуиции и опыте инженера; техники, базирующиеся на спецификации; техники, ориентированные на код; тестирование, ориентированное на дефекты; техники, базирующиеся на условиях использования; тестирование, базирующееся на надежности инженерного процесса; техники, базирующиеся на природе приложения) системы автоматизированного тестирования, основы программирования Демонстрирует устойчивое умение самостоятельного поиска информации, необходимой для восстановления тестов после сбоя; сопоставлять и анализировать информацию; проводить сравнительный анализ результатов тестирования; разрабатывать

*Выполнение практического задания*



матизации тестирования  
 Понимать процесс тестирования программного обеспечения и жизненный цикл программного продукта  
 Анализировать тестовые случаи

ПК2.3 - Владеть  
 Получение данных об ожидаемых результатах тестирования  
 Получение данных о реальных результатах тестирования  
 Проверка на соответствие полученных результатов исследования некорректных результатов тестирования, при необходимости  
 Проверка тестового сценария на ошибку в данных, при необходимости  
 Проверка тестовых методов на охват основных функций и свойств, при необходимости  
 Проверка выполнения достигнутой цели тестирования тестовым сценарием

1 – пороговый

Отсутствие владения

ты для автоматизации тестирования;  
 понимать процесс тестирования программного обеспечения и жизненный цикл программного продукта;  
 анализировать тестовые случаи

Не владеет или демонстрирует низкий уровень владения получением данных об ожидаемых результатах тестирования; получением данных о реальных результатах тестирования; проверки на соответствие полученных результатов; исследование некорректных результатов тестирования, при необходимости; проверкой тестового сценария на ошибку в данных, при необходимости; проверкой тестовых методов на охват основных функций и свойств, при необходимости; проверкой выполнения достигнутой цели тестирования тестовым сценарием; определением причи-

разрабатывать скрипты для автоматизации тестирования;  
 понимать процесс тестирования программного обеспечения и жизненный цикл программного продукта;  
 анализировать тестовые случаи  
 Демонстрирует удовлетворительный уровень владения получением данных об ожидаемых результатах тестирования; получением данных о реальных результатах тестирования; проверки на соответствие полученных результатов; исследование некорректных результатов тестирования, при необходимости; проверкой тестового сценария на ошибку в данных, при необходимости; проверкой тестовых методов на охват основных функций и свойств, при необходимости; проверкой выполнения достигнутой цели тестирования

разрабатывать скрипты для автоматизации тестирования;  
 понимать процесс тестирования программного обеспечения и жизненный цикл программного продукта;  
 анализировать тестовые случаи  
 Демонстрирует хороший уровень владения получением данных об ожидаемых результатах тестирования; получением данных о реальных результатах тестирования; проверки на соответствие полученных результатов; исследование некорректных результатов тестирования, при необходимости; проверкой тестового сценария на ошибку в данных, при необходимости; проверкой тестовых методов на охват основных функций и свойств, при необходимости; проверкой выполнения достигнутой цели тестирования тестовым сценари-

скрипты для автоматизации тестирования;  
 понимать процесс тестирования программного обеспечения и жизненный цикл программного продукта;  
 анализировать тестовые случаи

Демонстрирует высокий уровень владения получением данных об ожидаемых результатах тестирования; получением данных о реальных результатах тестирования; проверки на соответствие полученных результатов; исследование некорректных результатов тестирования, при необходимости; проверкой тестового сценария на ошибку в данных, при необходимости; проверкой тестовых методов на охват основных функций и свойств, при необходимости; проверкой выполнения достигнутой цели тестирования тестовым сценари-

*Выполнение  
 практического  
 задания*

<p>Определение причины сбоя вместе с разработчиками          Выполнение начальных настроек для проведения тестирования          Написание программ для автоматизированного тестирования          Проведение повторного тестирования</p>	<p>ны сбоя вместе с разработчиками; выполнением начальных настроек для проведения тестирования; написанием программ для автоматизированного тестирования; проведением повторного тестирования</p>	<p>тестовым сценарием;          определением причины сбоя вместе с разработчиками; выполнением начальных настроек для проведения тестирования; написанием программ для автоматизированного тестирования; проведением повторного тестирования</p>	<p>ем;          определением причины сбоя вместе с разработчиками; выполнением начальных настроек для проведения тестирования; написанием программ для автоматизированного тестирования; проведением повторного тестирования</p>	<p>ем;          определением причины сбоя вместе с разработчиками; выполнением начальных настроек для проведения тестирования; написанием программ для автоматизированного тестирования; проведением повторного тестирования</p>
---	---	--	--	--

- Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

### Образцы задач, предлагаемых в качестве контрольных заданий

1. Пусть функция задана таблично:

x	0	0.3	0.7
y	2	2.5	2.9

Требуется:

- построить линейный интерполяционный многочлен Лагранжа на отрезке  $[0.3; 0.7]$ ;
  - построить квадратичный интерполяционный многочлен Лагранжа на отрезке  $[0; 0.7]$ .
  - все результаты изобразить графически.
2. Пусть функция задана таблично:

x	-0.2	0.1	0.5
y	2.1	3.2	4.6

Требуется:

- с помощью линейной интерполяции найти  $y(0)$ ;
- с помощью квадратичной интерполяции найти  $y(0.2)$ .

3. Пусть функция задана таблично:

x	0	0.3	0.6
y	1	1.5	2.8

Требуется с помощью линейной интерполяции найти  $y(0.5)$ , предварительно построив интерполяционные многочлены Лагранжа и Ньютона. Сравнить результаты.

4. Пусть функция задана таблично:

X	0	0.2	0.4
y	0	0.3	0.7

Требуется с помощью квадратичной интерполяции найти  $y(0.1)$ , предварительно построив интерполяционные многочлены Лагранжа и Ньютона. Сравнить результаты.

5. Пусть функция задана таблично:

X	-2	-1	0	1
y	1.1	2.1	3.2	3.9

Требуется построить интерполяционные многочлены  $L_3(x)$ ,  $N_3(x)$ .

Сравнить результаты.

6. Построить интерполяционный многочлен для функции  $f(x) = |x|$  по узлам  $-1; 0; 1$ .

7. Построить многочлен  $P_3(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3$ , удовлетворяющий условиям:  $P_3(-1) = 0$ ,  $P_3(1) = 1$ ,  $P_3(2) = 2$ ,  $a_3 = 1$ .

8. Построить многочлен  $P_4(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + a_4x^4$ , удовлетворяющий условиям:  $P_4(1) = P_4(-1) = P_4'(0) = P_4''(0) = 0$ ,  $P_4(0) = 1$ .

9. Найти наилучшее средневзвешенное приближение для таблично заданной функции:

X	1	2	3	5
y	2	5	7	9

Если а)  $\varphi(x) = ax + b$ ; б)  $\varphi(x) = ax^2 + b$  используя формулы и опытным путем. Сравнить результаты и изобразить их графически.

10. Найти средневзвешенное отклонение для таблично заданной функции

X	4	6	7	9
y	3	5	8	11

Если а)  $\varphi(x) = ax + b$ ; б)  $\varphi(x) = ax^2 + bx$ .

### Список вопросов к экзамену

- Математическое моделирование. Понятие математического моделирования. Понятие системы в математическом моделировании.
- Классификация математических моделей в зависимости от сложности объекта моделирования
- Классификация математических моделей в зависимости от оператора модели (линейный, нелинейный, алгоритмический и др.)
- Классификация математических моделей в зависимости от параметров модели
- Классификация математических моделей в зависимости от целей моделирования
- Исследование особых точек дифференциального уравнения одной переменной  $\frac{dx}{dt} = F(x)$ .
- Исследование качественной структуры особых точек двух уравнений  $\begin{cases} \frac{dx}{dt} = P(x(t), y(t)) \\ \frac{dy}{dt} = Q(x(t), y(t)) \end{cases}$
- Понятие фазовых траекторий.
- Определение матрицы линеаризации.
- Получение характеристического уравнения.
- Классификация грубых особых точек через корни характеристического уравнения.
- Предельные циклы динамических систем.
- Модель конкуренции популяций. Постановка задачи.
- Модель конкуренции популяций. Особые точки и возможные конфигурации системы от параметров задачи.
- Модель конкуренции популяций. Анализ особых точек.
- Классификация колебательных систем.
- Линейная и нелинейная колебательная система.
- Сосредоточенные и точечные системы.
- Консервативные и неконсервативные системы.
- Консервативный осциллятор.
- Линейный осциллятор с затуханием.
- Классификация уравнений математической физики двух переменных.
- Физические процессы, описываемые уравнения эллиптического типа.
- Физические процессы, описываемые уравнения гиперболического типа.
- Физические процессы, описываемые уравнения параболического типа.
- Модели систем с элементами случайного поведения.
- Дискретные и непрерывные случайные величины.
- Генераторы случайных и псевдослучайных чисел.
- Моделирование случайных величин с заданным законом распределения.
- Теория метода Монте-Карло.
- Центральная предельная теорема
- Случайные величины с нормальным законом распределения.
- Моделирование случайных величин с нормальным законом распределения. Метод, основанный на центральной предельной теореме.
- задача интерполирования,

- задача аппроксимации.
- Интерполяция по Лагранжу.
- Сглаживание опытных данных методом наименьших квадратов

## 10 Ресурсное обеспечение

### • Перечень основной и дополнительной учебной литературы

#### *Основная учебная литература*

1. Лобанов, А. И. Математическое моделирование нелинейных процессов : учебник для вузов / А. И. Лобанов, И. Б. Петров. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 255 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8897-0. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт. — URL: <http://biblio-online.ru/bcode/452200> (дата обращения: 13.04.2020). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
2. Моделирование систем и процессов : учебник для вузов / В. Н. Волкова [и др.] ; под редакцией В. Н. Волковой, В. Н. Козлова. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 450 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-7322-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт. — URL: <http://biblio-online.ru/bcode/450218> (дата обращения: 13.04.2020). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
3. Зализняк, В. Е. Введение в математическое моделирование : учебное пособие для вузов / В. Е. Зализняк, О. А. Золотов. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 133 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-12249-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт. — URL: <http://biblio-online.ru/bcode/447100> (дата обращения: 11.04.2020). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

#### *Дополнительная учебная литература*

1. Интерактивные системы Scilab, Matlab, Mathcad : учебное пособие / И.Е. Плещинская, А.Н. Титов, Е.Р. Бадертдинова, С.И. Дуев. – Казань : Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2014. – 195 с. : табл., ил. – ISBN 978-5-7882-1715-4.— Текст : электронный // ЭБС "Университетская библиотека онлайн". - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428781> (дата обращения: 11.04.2020).. Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
2. Боев, В. Д. Имитационное моделирование систем : учебное пособие для вузов / В. Д. Боев. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 253 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04734-9. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт. — URL: <http://biblio-online.ru/bcode/453964> (дата обращения: 11.04.2020). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
3. Чикуров, Н.Г. Моделирование систем и процессов : учебное пособие / Н. Г. Чикуров. - М. : РИОР: ИНФРА-М, 2015. - 398с. : ил. - ISBN 978-5-16-006482-6.  
Чикуров, Н. Г. Моделирование систем и процессов: учебное пособие / Н.Г. Чикуров. - М.: РИОР: Инфра-М, 2019. - 398 с.:-(Высшее образование: Бакалавриат). - ISBN 978-5-16-106942-4. - Текст : электронный. // ЭБС "Znaniy.com". -URL: <https://new.znaniy.com/catalog/product/1010810> (дата обращения: 11.04.2020). - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

### • Периодические издания

1. Вестник Московского университета. Серия 15. Вычислительная математика и кибернетика: научный журнал / Учредитель: МГУ им. М.В. Ломоносова; гл. ред. академик РАН Моисеев Е.И. – М.: ФГБОУ ВО МГУ им. М.В. Ломоносова – Журнал выходит 2 раза в полуг. - Основан в 1977 году. – ISSN 0137-0782. – Текст : электронный. – Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: [https://www.elibrary.ru/title\\_about.asp?id=8373](https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=8373)

2. Дискретный анализ и исследование операций: научный журнал / Учредители: Сибирское отделение РАН, Институт математики им. С.Л. Соболева СО РАН; гл. ред. В.Л. Береснев. – Журнал выходит 6 раз в год. - Основан в 1994 году. - ISSN 1560-7542. – Текст : электронный. Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: [https://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=25528](https://elibrary.ru/title_about.asp?id=25528)
3. Программные продукты и системы: международный научно-практический журнал / Учредитель: Куприянов В.П.; гл. ред. Савин Г.И. - Тверь: Центрпрограммсистем. – журнал выходит 2 раза в полуг. - Основан в 1988 году. – ISSN: 0236-235X. – Текст : электронный. – Полные электронные версии статей представлены на сайте журнала: <http://swwsys.ru/>
4. Информационные технологии и вычислительные системы: научный журнал / Учредитель Федеральное государственное учреждение "Федеральный исследовательский центр "Информатика и управление" РАН; гл. ред. Попков Ю.С. - М.: ФГУ Федеральный исследовательский центр "Информатика и управление" РАН. – Журнал выходит 2 раза в полуг. – Основан в 1995 г. - ISSN 2071-8632. – Текст : электронный. Полные электронные версии статей журнала доступны по подписке на сайте научной электронной библиотеки «eLIBRARY.RU»: [https://www.elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=8746](https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8746)
5. Открытые системы СУБД / Учредитель: ООО «Издательство «Открытые системы»; гл. ред. Д. Волков. – М.: Издательство «Открытые системы». – журнал выходит 2 раза в полуг. - Основан в 1993 году. – ISSN: 1028-7493. - – Текст : электронный. – Полные электронные версии статей представлены на сайте журнала: <https://www.osp.ru/os/archive>

• **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

*Электронно-библиотечные системы и базы данных*

1. ЭБС «Znanium.com»: <http://znanium.com/>
2. ЭБС «Лань»: <https://e.lanbook.com/>
3. ЭБС «Юрайт»: <https://biblio-online.ru/>
4. ЭБС «Университетская библиотека онлайн»: <http://biblioclub.ru/>
5. Научная электронная библиотека (ПУНЭБ) «eLIBRARY.RU»: <http://elibrary.ru>
6. Национальная электронная библиотека (НЭБ): <http://нэб.рф/>
7. Базы данных российских журналов компании «East View»: <https://dlib.eastview.com/>

*Научные поисковые системы*

1. Math-Net.Ru - современная информационная система, предоставляющая российским и зарубежным математикам различные возможности поиска информации о математической жизни в России – <http://www.mathnet.ru/>
2. Google Scholar - поисковая система по научной литературе. Включает статьи крупных научных издательств, архивы препринтов, публикации на сайтах университетов, научных обществ и других научных организаций <https://scholar.google.ru/>
3. SciGuide - навигатор по зарубежным научным электронным ресурсам открытого доступа. <http://www.prometeus.nsc.ru/sciguide/page0601.ssi>
4. ArXiv.org - научно-поисковая система, специализируется в областях: компьютерных наук, астрофизики, физики, математики, квантовой биологии. <http://arxiv.org/>
5. WorldWideScience.org - глобальная научная поисковая система, которая осуществляет поиск информации по национальным и международным научным базам данных и порталам. <http://worldwidescience.org/>

*Профессиональные ресурсы сети «Интернет»*

1. Федеральная информационная система «Единое окно доступа к информационным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>
2. Алгоритмы, методы, программы: [algotlist.manual.ru](http://algotlist.manual.ru).

3. Математический сайт Math.ru <http://math.ru/lib/>
4. Образовательный математический сайт EXponenta.ru <http://exponenta.ru>
5. OpenNet: [www.opennet.ru](http://www.opennet.ru).
6. Проект Инициативного Народного Фронта Образования - ИНФО-проект. Школа программирования Coding Craft: <http://codingcraft.ru/>.
7. Портал Life-prog: <http://life-prog.ru/>.
8. Сайт РАН Институт Вычислительной математики. <http://www.inm.ras.ru/>
9. Сервер министерства высшего образования [www.informika.ru](http://www.informika.ru);

- **Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости)**

Проведение практических занятий по дисциплине предполагается использование специализированных аудиторий, оснащенных персональными компьютерами, объединенными в локальную сеть и имеющих доступ к ресурсам глобальной сети Интернет.

Для выполнения заданий самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечиваются литературой, а также в определенном порядке могут получать доступ к информационным ресурсам Интернета.

Дисциплина обеспечена необходимым программным обеспечением, которое находится в свободном доступе (программы Open office, свободная лицензия, код доступа не требуется).

- **Описание материально-технической базы**

Компьютерный класс (15 ПК) (оборудование в собственности)

## 11 Язык преподавания

Русский