МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«ИВАНОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Шуйский филиал ИвГУ

Кафедра математики, информатики и методики обучения

ОДОБРЕНО:

Руководитель ОП

_____ А.С. Зинченко
(подпись)

«25» февраля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Уровень высшего образования:	бакалавриат
Квалификация выпускника:	бакалавр
Направление подготовки:	44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)
Направленность (профиль) образовательной программы:	Математика; Информатика и VR-технологии

Шуя

1. Цели освоения дисциплины: формирование систематизированных знаний в области методов математического и компьютерного моделирования.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина «Компьютерное моделирование» является дисциплиной обязательной для изучения, относится к формируемой участниками образовательных отношений части блока дисциплин Б1, входит в предметно-методический модуль.

Успешное освоение данной дисциплины будет способствовать готовности обучающихся к успешному освоению дисциплин «Дистанционные технологии в образовательном процессе школы», «Мультимедиа технологии в образовании», «Компьютерные сети и Web-технологии», «История математики», «История информатики и методики обучения», «Информационные технологии управления образовательным учреждением», «Основы робототехники», прохождению практик: «Производственная практика, научно-исследовательская работа, по предметно-методическому модулю», «Производственная практика, педагогическая (комплексная) практика, по предметно-методическому модулю», «Производственная практика, научно-исследовательская работа, по предметно-методическому модулю», подготовке к сдаче и сдаче государственного зачета, выполнению и защите выпускной квалификационной работы.

Студент, приступающий к изучению данной дисциплины, должен:

Знать:

– особенности системного и критического мышления;
– логические формы и процедуры;
– основы современных технологий сбора, обработки и представления информации;
– современные пакеты прикладных программ статистической обработки данных.
– различные элементы знаковых систем предметной области «Математика и информатика» их связи и использование в науке и образовании;
– основы формирования и функционирования математических систем;
– основные понятия информатики, их системно-структурные связи в контексте развития информационно-коммуникационных технологий;
– основные закономерности, типичные явления математических объектов и процессов;
– теоретические сведения об архитектуре современного компьютера;
– основные положения и правила математики;
– базовые понятия и термины всех школьных разделов курса информатики;
– важнейшие дискуссионные проблемы в научном освоении математики и информатики (трудные вопросы развития и исторического становления научной области «Математика и информатика», прикладные аспекты математики и информатики).

Уметь:

– использовать современные информационно-коммуникационные технологии (включая пакеты прикладных программ, локальные и глобальные компьютерные сети) для сбора, обработки и анализа информации;
– создавать и редактировать простейшие графические изображения;
– осуществлять корректный подбор методов анализа, проводить обработку данных исследования и правильную интерпретацию результатов;
– опознавать изученные математические понятия и структуры, определять их характеристики с точки зрения области применения и функционирования;
– устанавливать взаимосвязь между теоретическими аспектами информатики и реализующими их технологиями;
– выделять и систематизировать разные виды знаков и символов в записи и соотносить их со

смысловым содержанием применительно к предметной области «Математика и информатика»;
– редактировать печатный текст, аудио-, видео- или интернет-материал и др., приводить его в соответствие с нормами, стандартами, форматами, стилями;
– анализировать и характеризовать готовый программный продукт в контексте решения учебных задач;
– выявлять в конкретной решенной задаче ошибки и недочеты, определять их природу.
– работать с математической и технической литературой;
– выражать свою позицию по обсуждаемым дискуссионным проблемам;
– воспринимать иные точки зрения по обсуждаемым дискуссионным проблемам.

Владеть:
– навыками сопоставления разных источников информации с целью выявления их противоречий и поиска достоверных суждений;
– навыками определения практических последствий предложенного решения задач;
– технологиями анализа и синтеза информации на основе системного подхода;
– основными методами математической обработки информации;
– методами математической статистики, используемыми при планировании, проведении и обработке результатов экспериментов в педагогике;
– методами и способами вычисления статистических характеристик распределения данных педагогических измерений;
– базовыми понятиями и терминами в области математики и информатики;
– технологиями алгоритмизации и программирования;
– навыками работы в текстовых, графических и видео редакторах, с электронными таблицами и базами данных;
– спорными и противоречивыми проблемами в области построения научных теорий математики и информатики.

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

3.1. Компетенции, формированию которых способствует данная дисциплина

При реализации дисциплины формируются следующие компетенции в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению подготовки:

а) универсальные компетенции (УК) и индикаторы их достижения:

Наименование категории (группы) универсальных компетенций	Код и наименование универсальной компетенции выпускника	Код и наименование индикатора достижения универсальной компетенции
Системное и критическое мышление	УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	УК-1.1. Демонстрирует знание особенностей системного и критического мышления и готовность к нему. УК-1.2. Применяет логические формы и процедуры, способен к рефлексии по поводу собственной и чужой мыслительной деятельности. УК-1.3. Анализирует источник информации с точки зрения временных и пространственных условий его возникновения.

		УК-1.4. Анализирует ранее сложившиеся в науке оценки информации. УК-1.5. Сопоставляет разные источники информации с целью выявления их противоречий и поиска достоверных суждений. УК-1.6. Аргументировано формирует собственное суждение и оценку информации, принимает обоснованное решение. УК-1.7. Определяет практические последствия предложенного решения задачи.

б) общепрофессиональные компетенции (ОПК) и индикаторы их достижения:

–

в) профессиональные компетенции (ПК) и индикаторы их достижения:

Код и наименование профессиональной компетенции выпускника	Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции	Основание (ПС, анализ опыта)
Тип задач профессиональной деятельности: педагогический		
ПК-4. Способен выделять структурные элементы, входящие в систему познания предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения), анализировать их в единстве содержания, формы и выполняемых функций	ПК-4.1. Выделяет и анализирует единицы различных уровней знаковой математической структуры в единстве их содержания, формы и функций. ПК-4.2. Выделяет и анализирует закономерности и явления информатики как науки в их структурном и функциональном единстве с информационно-коммуникационными технологиями. ПК-4.3. Знает и умеет анализировать аксиомы, определения и математические доказательства в единстве с прикладными аспектами использования.	Профессиональный стандарт 01.001 «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)»
ПК-5. Способен определять собственную позицию относительно дискуссионных проблем предметной области (в соответствии с профилем и уровнем обучения)	ПК-5.1. Проявляет мировоззренческую рефлексию при анализе проблем и тенденций в области Русского языка и Литературы. ПК-5.2. Проявляет способность аргументировано, логические верно и ясно выражать свою позицию по обсуждаемым дискуссионным проблемам в сочетании с готовностью к конструктивному диалогу и толерантному восприятию иных точек зрения. ПК-5..3. Выделяет концептуальную основу дискуссий в области Русского языка и Литературы, соотносит с нею свои мировоззренческие установки, гражданскую позицию и социальную мотивацию.	Профессиональный стандарт 01.001 «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)»

3.2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения формируемых компетенций

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

Знать:

– основы современных технологий сбора, обработки и представления информации; (УК-1 (индикаторы – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7));

– базовые понятия и термины всех школьных разделов курса информатики (ПК-4 (индикаторы – 1,2,3));

– приемы тестирования, анализа и настройки системных и прикладных программ (ПК-4 (индикаторы – 1,2,3)).

Уметь:

– читать и представлять статистические данные в различных видах (таблицы, диаграммы, графики) (УК-1 (индикаторы – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7));

– проводить все этапы статистической обработки информации, обрабатывать числовую информацию при помощи электронных таблиц (УК-1 (индикаторы – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7));

– использовать различного рода прикладные программы и языки программирования для решения учебных задач (ПК-4 (индикаторы – 1,2,3)).

Владеть:

– основными методами математической обработки информации (УК-1 (индикаторы – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7));

– технологиями анализа и синтеза информации на основе системного подхода (УК-1 (индикаторы – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7));

– средствами математического моделирования и анализа информации на компьютере с помощью электронных таблиц (УК-1 (индикаторы – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7));

– методами математического моделирования и организации вычислительного эксперимента (ПК-4 (индикаторы – 1,2,3));

– механизмами оценки применимости математических положений в прикладных областях (ПК-5 (индикаторы – 1,2,3)).

4. Объём и содержание дисциплины

Очная форма обучения

Объём дисциплины составляет 3 зачётные единицы (81 час.)

Контактная работа 27,25 час.

Самостоятельная работа 53,75 час.

Виды учебных занятий и формы промежуточной аттестации	8 сем.	
	Контактная работа с преподавателем	Самостоятельная работа обучающегося
Лекции	13,5	53,75
Практические занятия	13,5	
Зачёт с оценкой	0,25	-
Всего	27,25	53,75

4.1. Содержание дисциплины по разделам (темам), соотнесенное с видами и объемом учебных занятий

Очная форма обучения

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и объем (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости Формы промежуточной аттестации
			Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа обучающегося	
				Лаб.	Пр.		
1	Моделирование как метод познания. Информационные модели.	8	1,5		1,5	7	Контрольная работа
2	Технология математического моделирования и ее этапы.	8	3		3	7	Контрольная работа
3	Моделирование стохастических систем	8	3		3	10	Контрольная работа
4	Имитационное моделирование	8	3		3	10	Контрольная работа
5	Учебные компьютерные модели	8	3		3	19,75	Контрольная работа
ИТОГО			13,5		13,5	53,75	**зачет с оценкой**

4.2. Развернутое описание содержания учебного материала по разделам (темам)

Тема 1. Моделирование как метод познания.

Цели и задачи моделирования. Понятие «модель». Натурные и абстрактные модели. Моделирование в естественных и технических науках. Абстрактные модели и их классификация. Компьютерная модель. Информационные модели. Объекты и их связи. Основные структуры в информационном моделировании. Примеры информационных моделей

Тема 2. Технология математического моделирования и ее этапы.

Понятие «математическая модель». Различные подходы к классификации математических моделей. Характеристики моделируемого явления. Уравнения математической модели. Внешние и внутренние характеристики математической модели. Замкнутые математические модели. Примеры математических моделей в физике, химии, биологии, экономике, социологии. Разработка модели. Проверка замкнутости модели. Идентификация модели. Системы измерения и наблюдаемость модели относительно системы измерения. Разработка процедуры вычисления внутренних характеристик модели. Численный эксперимент. Верификация и эксплуатация модели. Оптимизационные модели.

Тема 3. Моделирование стохастических систем.

Моделирование случайных процессов. Стохастические методы в статистической физике. Понятие марковского процесса (марковская цепь). Броуновская динамика. Генераторы случайных чисел. Генерация случайных чисел с заданным законом распределения. Метод статистических испытаний. Моделирование последовательностей независимых и зависимых случайных испытаний. Общий алгоритм моделирования дискретной случайной величины.

Тема 4. Имитационное моделирование.

Имитационные модели и системы. Область и условия применения. Этапы построения имитационной модели. Критерии оценки адекватности модели. Отличительные признаки методов математического и имитационного моделирования. Имитационные эксперименты. Проблемы, связанные с практическим использованием имитационных моделей. Примеры имитационных моделей.

Тема 5. Учебные компьютерные модели.

Модель Колмогорова, связанная с педагогикой. Программные средства для моделирования предметно-коммуникативных сред (предметной области). Специфика использования компьютерного моделирования в педагогических программных средствах. Компьютерные модели как ЭОР.

5. Образовательные технологии, в том числе перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

В соответствии с требованиями ФГОС ВО к структуре основной образовательной программы реализация компетентного подхода предусматривает совокупность психолого-педагогических установок, определяющих специальный набор и компоновку форм, методов, способов, приемов обучения и воспитательных средств.

Поскольку дисциплина ориентирована на формирование умений применять полученные теоретические сведения и знания на практике, при разработке учебных и практикоориентированных компьютерных моделей, то в процессе её освоения эффективны такие технологии личностно-ориентированного обучения, как проектная, технология малогрупповой работы. В реализации образовательного процесса взаимодополняются аудиторные и внеаудиторные формы образовательного взаимодействия, используются элементы дистанционного педагогического сопровождения учебной деятельности. На аудиторных занятиях развиваются и контролируются результаты, достигаемые обучающимися в индивидуальной и малогрупповой образовательной деятельности и в сетевой среде. Обучение организуется с опорой на электронный УМК, размещенный в СДО Moodle и дополнительные информационные ресурсы.

Количество занятий в интерактивной форме не менее 60 % от общего числа аудиторных занятий.

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине: мультимедиа технологии; технологии Веб 2.0; облачные технологии.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Самостоятельная работа студентов включает в себя работу с учебной и учебно-методической литературой по дисциплине, углубленное изучение отдельных разделов теоретических основ информатики, решение задач из сборника «Компьютерное моделирование. Методические рекомендации для выполнения лабораторных работ», выполнение интерактивных заданий, размещенных в сети интернет, а также изучение дополнительных материалов размещенных на интернет-ресурсах, решение задач на моделирование, подготовку доклада (Приложение 1). Учебно-методическое обеспечение данного вида деятельности осуществляется в том числе с помощью материалов, выложенных в соответствующем курсе дисциплины в СДО Moodle.

Полностью весь методический материал по обеспечению самостоятельной работы студентов приводится в Приложении 1 к РП.

7. Характеристика оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости студентов по дисциплине - комплект заданий для контрольной работы.

Контрольная работа проводится в конце семестра и включает в себя 5 заданий.

Максимальное количество баллов, которое студент может набрать на контрольной работе – 30 баллов.
Наряду с этим в условиях рейтинговой системы оценивания учитывается
- подготовка доклада (10 баллов)
- выполнение практических заданий в аудитории (10 практических работ по 5 баллов, итого 50 баллов)
- посещаемость занятий – 10 баллов.

Формой промежуточного контроля на 4 курсе в 8 семестре по дисциплине «Компьютерное моделирование» является зачет с оценкой. Зачет с оценкой проводится в форме тестирования (15 баллов) и выполнения разноуровневых практических заданий (15 баллов).

Оценка результатов освоения дисциплины при рейтинговой системе оценивания формируется по 100-балльной шкале из результатов текущего контроля успеваемости и результатов, полученных на зачёте с оценкой.

Оценка на зачёте с оценкой выставляется по следующей шкале:

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине «Компьютерное моделирование» при рейтинговой системе оценивания

Повышенный уровень	Базовый уровень	Пороговый уровень	Ниже порогового уровня
отлично	хорошо	удовлетворительно	не удовлетворительно
85-100 баллов	71-84 балла	61-70 баллов	60 и менее баллов

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Учебная и учебно-методическая литература:

–***основная литература:***

1. Королев, А. Л. Компьютерное моделирование / А. Л. Королев. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 230 с. - (Педагогическое образование).
2. Сильвашко, С.А. Программные средства компьютерного моделирования элементов и устройств электроники : учебное пособие / С.А. Сильвашко, С.С. Фролов ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет», Кафедра промышленной электроники и информационно-измерительной техники. – Оренбург : ОГУ, 2014. – 170 с. : ил., схем. – Режим доступа: по подписке. – URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270293

- ***дополнительная литература:***

1. Компьютерное моделирование : методические рекомендации для выполнения лабораторных работ / Министерство образования и науки РФ, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Шуйский государственный педагогический университет", Кафедра математики, информатики и методики обучения ; авт.-сост. О. А. Завьялова. - Шуя : Изд-во ГОУ ВПО "ШГПУ", 2010. - 36 с.
2. Лазарев, Ю. Моделирование процессов и систем в MATLAB : учебный курс /Ю. Лазарев. - Санкт-Петербург : Питер; Киев: BHV, 2005. - 512 с.
3. Могилев, А.В., Пак Н.И., Хеннер Е.К. Информатика. Учебное пособие. – М.: Академия, 2008
4. Могилев, А.В., Пак Н.И., Хеннер Е.К. Практикум по информатике. Учебное пособие.

– М.: Академия, 2002.
5. Пытьев, Ю. П. Методы математического моделирования измерительно-вычислительных систем /Ю. П. Пытьев. - 2-е изд.; перераб. - Москва: Физматлит, 2004.
6. Совертков, П. И. Занимательное компьютерное моделирование в элементарной математике : учебное пособие / П. И. Совертков. - Москва: Гелиос АРВ, 2004. - 384 с.
7. Советов, Б. Я. Моделирование систем: учебник / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. - 4-е изд. ; стер. - Москва : Высшая школа, 2005.
8. Советов, Б. Я. Моделирование систем : практикум : учебное пособие / Б. Я. Советов, С. А. Яковлев. - 2-е изд. ; перераб. и доп. - Москва : Высшая школа, 2003.

Интернет-ресурсы:

1. Энциклопедия учителя информатики.- http://inf.1september.ru/2007/12/00.htm
2. Intuit.ru.Учебный курс. Введение в математическое моделирование - http://www.intuit.ru/department/calculate/intromathmodel/
3. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» http://www.biblioclub.ru/
4. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов http://school-collection.edu.ru/
5. Единое окно доступа к образовательным ресурсам. http://window.edu.ru/
6. Образовательные сайты и порталы. http://school2100.com/
7. Национальная платформа открытого образования - https://openedu.ru/
8. МООК «Универсариум» - http://universarium.org
9. Платформа создания интерактивных упражнений - https://learningapps.org/

Современные профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» - http://biblioclub.ru/;
2. Коллекция Шуйского филиала ИвГУ на национальном цифровом ресурсе «Руконт» - https://www.rucont.ru/;
3. Методическое хранилище Ивановского института развития образования.- http://www.iroio.ru/;
4. Словари и энциклопедии на Академике. - https://dic.academic.ru/.

Программное обеспечение:

В процессе изучения дисциплины используются офисные пакеты Microsoft Office, Open Office, программа для просмотра и чтения файлов PDF Adobe Acrobat Reader DC, программа для воспроизведения флэш-анимации в браузерах Adobe Flash Player, веб-обозреватели Google Chrome, Opera, Антивирус Касперского, 1С университет.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для предоставления учебной информации большой аудитории.
2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения.
3. Учебная аудитория для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованная специализированной мебелью и техническими средствами обучения.
4. Помещение для самостоятельной работы, оснащенное специализированной мебелью, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением

доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

5. Учебно-наглядные пособия для занятий лекционного типа, обеспечивающие тематические иллюстрации: презентации, видео-ролики.

Автор рабочей программы дисциплины: О.А. Завьялова, доцент кафедры математики, информатики и методики обучения, кандидат педагогических наук, доцент.

Программа рассмотрена на заседании кафедры математики, информатики и методики обучения «19» февраля 2025 г., протокол № 8.

Программа обновлена
протокол заседания кафедры № _____ от «_____» _____20 __ г.
Согласовано:
Руководитель ОП _____ А.С. Зинченко
(подпись)

Программа обновлена
протокол заседания кафедры № _____ от «_____» _____20 __ г.
Согласовано:
Руководитель ОП _____ А.С. Зинченко
(подпись)

Программа обновлена
протокол заседания кафедры № _____ от «_____» _____20 __ г.
Согласовано:
Руководитель ОП _____ А.С. Зинченко
(подпись)

Приложение 1.

Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изучение дисциплины предполагает знакомство с материалами курса (лекции, презентации, ссылки на дополнительные материалы), размещенными в системе дистанционного обучения Moodle, подготовка докладов, решение задач на моделирование.

Примерный перечень практических работ:

1. Модель колеса
2. Модель движения тела, брошенного под углом к горизонту
3. Модель внутривидовой конкуренций в популяции с дискретным размножением
4. Логистическая модель.
5. Модель хищник-жертва
6. Геометрические модели
7. Оптимизация перевозок
8. Моделирование случайных процессов
9. Метод Монте-Карло
10. Модели массового обслуживания

Этапы моделирования в электронных таблицах

Моделирование в электронных таблицах проводится по общей схеме, которая выделяет 4 основных этапа: постановка задачи, разработка модели, компьютерный эксперимент, анализ результатов.

1 этап. Постановка задачи.

Начальным этапом моделирования является постановка задачи. Формулировка цели моделирования.

По характеру постановки все задачи делятся на две основные группы.

Первую группу задач составляют такие задачи, в которых требуется исследовать, как изменятся характеристики объекта при некотором воздействии на него. Например, «Что будет, если изменять исходные данные в заданном диапазоне с некоторым шагом?» Такое исследование позволяет проследить зависимость параметров объекта от исходных данных. Для более наглядного отображения зависимости расчетных параметров модели от исходных данных пользуются графиками и диаграммами.

Вторая группа задач имеет следующую обобщенную формулировку: какое надо произвести воздействие на объект, чтобы его параметры удовлетворяли некоторому заданному условию. Например, «Какое количество реактивного топлива надо заложить в космическую ракету, чтобы вывести ее на орбиту с первой космической скоростью?»

От общей формулировки переходят к формализации задачи. Этот шаг требует четко выделить объект моделирования и его основные свойства. Здесь же в соответствии с поставленной целью необходимо выделить параметры, которые известны (исходные данные), и которые следует найти (результаты). В соответствии с целью моделирования следует выделять только те параметры и факторы взаимодействия, которые оказывают наибольшее влияние на исследуемый объект. Следует отметить, что при моделировании в электронных таблицах учитываются только те параметры, которые имеют количественные характеристики, и взаимосвязи, которые можно описать формулами. Формализацию проводят в виде поиска ответов на вопросы, уточняющих общее описание задачи.

Если при моделировании исследовать объект как систему, то производится ее анализ: выделяются составляющие системы (элементарные объекты) и определяются связи между

ними.

2 этап. Разработка модели.

Начинается с построения информационной модели в различных знаковых формах, которые затем воплощаются в компьютерную модель. Информационная модель в табличной форме детально описывает объекты, выявленные при формализации задачи, их параметры, действия. Иногда представление об объекте дополняется и другими знаковыми формами – схемой, чертежом, формулами.

Во многих исследованиях используется прием уточнения моделей, во время которого модель может как усложняться, так и упрощаться.

При исследовании количественных характеристик объекта необходимым шагом является составление математической модели.

На основе составленных информационной и математической моделей составляется компьютерная модель. Она непосредственно связана с прикладной программой, с помощью которой будет производиться моделирование. В нашем случае это электронные таблицы. При составлении расчетных таблиц надо выделить три основные области данных: исходные данные, промежуточные расчеты, результаты. Исходные данные вводятся «вручную». Промежуточные расчеты и результаты проводятся по формулам, составленным на основе математической модели и записанных по правилам электронных таблиц. В формулах, как правило, используются абсолютные ссылки на исходные данные и относительные ссылки на промежуточные расчетные данные.

3 этап. Компьютерный эксперимент.

Для компьютерного эксперимента составляется план, который должен четко отражать последовательность работы с моделью.

1 шаг тестирование модели. Оно начинается с проверки правильности введения данных и формул. Для проверки правильности алгоритма построения модели используется тестовый набор исходных данных, для которых известен или заранее определен другими способами (например, вручную) конечный результат.

2 шаг. Серия экспериментов, удовлетворяющих целям моделирования.

3 шаг. Осмысление полученных результатов.

4 этап. Анализ результатов моделирования.

По полученным расчетным данным проверяется, насколько расчеты отвечают нашему представлению и целям моделирования.

По основной функции (цели), реализуемой в моделировании, общим закономерностям моделирования в разных видах человеческой деятельности безотносительно к математическому аппарату, выделяют следующие виды моделей:

- Дескриптивные – описание объекта
- Оптимизационные – позволяющие выбирать наилучшие решения
- Имитационные – позволяющие воспроизводить процессы функционирования объекта при условии воздействия случайных факторов.
- Игровые – реализующие ходы, стратегии игроков, подчиняющиеся правилам
- Многокритериальные – учитывающие большое кол-во критериев

Задачи для самостоятельного решения:

1. Пусть на некоторой территории появляется определенное количество больных гриппом. В процессе общения от них заражаются другие люди, в результате возникает эпидемия. Предположим, что количество заболевших людей за один день равно

произведению числа больных на количество здоровых, умноженных на коэффициент, характеризующий скорость развития эпидемии. Данный коэффициент отражает эффективность профилактических мер, препятствующих распространению инфекции.

Построить модель определения числа больных B и здоровых Z на день I при коэффициенте эпидемии К.

Исходные данные:

B = 70 (число больных в начале эпидемии)

Z = 20000 (число здоровых людей на начало эпидемии)

К = 0,0001 (коэффициент развития эпидемии)

Число дней для расчета взять равным 14 (2 недели).

Для анализа модели использовать расчетные данные и график.

2. Производство вакцины. Для производства вакцины на заводе выращивают культуру бактерий. Известно, что если масса бактерий – x грамм, то через день она увеличивается на (A-Bx)x грамм, где A и B – коэффициенты, зависящие от вида бактерий. Ежедневно для нужд производства забирается M грамм бактерий. Исследуйте, как изменяется масса бактерий по дням (от 1 до 365).

3. Размножение бактерий. На теле человека существует определённое количество бактерий, которые под действием различных факторов непрерывно размножаются, достигая огромного числа. Известно, что если первоначальная масса бактерий – x грамм, то через час она увеличивается на (A-Bx)x грамм, где A и B – коэффициенты, зависящие от вида бактерий. Если ежедневно принимать душ, то M грамм бактерий гибнет. Исследуйте, как изменяется масса бактерий на теле человека в течение дня, если принимать душ ежедневно, дважды в день, раз в неделю. Сделайте расчёты на два месяца в каждом случае.)

4. Сосуществование амёб и инфузорий туфелька. Существует популяция амёб и инфузорий туфелька. Одноклеточные развиваются в питательном растворе с концентрацией питательных веществ K. Известно, что данные организмы гибнут, если концентрация меньше 5% или больше 40%. Среди амёб каждую секунду делятся 2K% бактерий и гибнут (K+5)%. Среди инфузорий туфелька (2K+2)% длятся и гибнут (K+12)%. Исследовать зависимость времени существования популяции от концентрации питательного раствора и начального количества одноклеточных. Принять, что популяция гибнет, если суммарное количество организмов превышает 50 условных единиц и количество одноклеточных каждого вида становится меньше одной условной единицы.

5. Запасы форели. Форель – небольшая пресноводная рыба из семейства лососевых. Водится в глубоких и холодноводных озёрах, реках, ручьях северо-западных областей России (Ладожское и Онежское озёра, р. Свирь). Форель очень ценится в рыбной кулинарии поэтому в последние годы в частных рыбных хозяйствах занимаются её искусственным разведением. Ежегодный прирост форели в пруду составляет 15%. Запасы рыбы в том же пруду оцениваются в A тонн. Ежегодный план отлова – B тонн. Наименьший запас рыбы, ниже которого запас уже не восстанавливается, составляет C тонн. Сколько лет можно поддерживать заданный план? Составьте рекомендации для предпринимателей, занятых в этом бизнесе. В отчёте приведите какой минимальный запас рыбы необходимо постоянно поддерживать. Для упрощения задачи не будем учитывать непогоду, болезни рыб и прочие несчастья.

6. Выращивание пшеницы. Из одного зерна пшеницы вырастает колос, содержащий в среднем 25 семян. Вес одного зёрнышка 0,1г. У Робинзона Крузо, попавшего на необитаемый остров, чудом сохранилось 10 зёрен. Он бережно посадил их, а когда собрал урожай, то вновь посадил всё до единого зёрнышка. В условиях жаркого тропического климата на острове можно снимать четыре урожая в год. Для того, чтобы обеспечить себя

хлебом до следующего урожая, надо иметь 45 кг зерна (по 0,5 кг на каждый день). После какого урожая Робинзон первый раз смог побаловать себя вкусными лепёшками? Сколько килограммов семян нужно сажать, чтобы получить урожай, достаточный и для прокорма до следующего урожая, и для посадки? Для упрощения задачи не будем учитывать непогоду, пожары, засуху и прочие ненастья. А также будем считать, что все посаженные зёрна всходят.

7. В результате сброса в реку загрязненных стоков в ней увеличивается концентрация вредных веществ. Требуется определить, каков будет уровень загрязненности реки через сутки, двое и т.д. Через какое время уровень загрязненности станет меньше допустимого, если известно, что за сутки он уменьшается в определенное количество раз.

Исходные данные задачи:

Коэффициент K (K>1), показывающий, во сколько раз за сутки уменьшается загрязненность реки;

CH(CH>0) – начальная концентрация вредных примесей;

CD(CD>0) – предельно допустимая концентрация вредных примесей.

Результат:

CN искомая концентрация вредных веществ через N суток после сброса.

Математическая модель: C(N+1)=C(N)/K

Значения данных для вычислительного эксперимента

Вещество	CH (мг/л)	CD (мг/л)	K
Свинец	10	0,03	1,12
Мышьяк	5	0,05	1,05
Фтор	8	0,05	1,01

8. В процессе тренировок теннисисты используют автоматы для попадания мячика в мишень. Необходимо задать автомату необходимую скорость и угол бросания мячика для попадания в мишень определенной высоты, находящуюся на известном расстоянии.

9. В процессе тренировок теннисистов используются автоматы по бросанию мячика в определенное место площадки. Необходимо задать автомату необходимую скорость и угол бросания мячика для попадания в площадку определенного размера, находящуюся на известном расстоянии.

10. Под политической мобилизацией понимается вовлечение людей в политические партии, различные общественные движения, проекты и т.д. Пусть x(t) – доля мобилизованного населения в момент времени t, X-x(t) – немобилизованное население в момент времени t, X – все население некоторого города, района, государства (задается). Изменение уровня мобилизации за единицу времени, например за год (месяц, неделю) будет равно x(t+1)-x(t), Δt=1. За время Δt уровень мобилизации изменится: а) часть населения, равная величине a(X-x(t)) агитируется, где a – коэффициент эффективности вовлечения населения, например агитации; б) часть населения, равная величине bx(t) – выбывает из партии или движения, где b – коэффициент выбытия (потеря популярности). При этих гипотезах можно записать модель вида x’(t)=a(X-x(t))-bx(t), $x(0)=x_0$. Цель моделирования – прогноз мобилизации. Указание: этой дифференциальной модели можно поставить в соответствие рекуррентную дискретную модель вида x(t+1)=x(t)+a(X-x(t))-bx(t), $x(0)=x_0$.

11. Исследование модели внутривидовая конкуренция в популяции с непрерывным размножением (логистическая модель). Покажите динамику численности популяции при N_0=40, K=200, r=3. Исследуйте модель, изменяя эти параметры. Сделайте выводы о зависимости численности от изменения этих параметров.

12. Изучить характер эволюции популяции, описываемой моделью внутривидовой конкуренции с дискретным размножением при значениях параметров a=1, R=1, N0=100 в зависимости от значения параметра b в диапазоне 0,1<=b<=10. Есть ли качественные различия в характере эволюции в зависимости от параметра b?

13. Изучить характер эволюции популяции, описываемой моделью внутривидовой конкуренции с дискретным размножением при значениях параметров b=1, R=4, N0=100 в зависимости от значения параметра a в диапазоне 0,1<=a<=10. Есть ли качественные различия в характере эволюции в зависимости от параметра a?

14. Изучить характер эволюции популяции, описываемой моделью внутривидовой конкуренции с дискретным размножением при значениях параметров a=3, b=1, N0=100 в зависимости от значения параметра R в диапазоне 1<=R<=4. Есть ли качественные различия в характере эволюции в зависимости от параметра R?

15. Есть n потенциальных покупателей некоторого рекламируемого товара. Пусть в момент времени t о товаре знают x(t) покупателей. Последующая информация о продукте распространяется среди покупателей посредством общения друг с другом. Примем следующую гипотезу: после рекламных сообщений скорость изменения числа знающих о товаре пропорционально, с коэффициентом пропорциональности k >0 как числу знающих о товаре, так и числу не знающих о нем. Пусть $t=t_0$ – время дачи рекламы. Тогда динамику изменения числа знающих о товаре потенциальных покупателей x(t) можно описать соотношениями x’(t)=kx(n-x), x(0)=c, где c – начальное число людей, знающих о товаре. Цель моделирования: прогноз спроса на товар. Указание: этой дифференциальной модели можно поставить в соответствие рекуррентную дискретную модель вида x(t+1)=x(t)+k(n-x(t)), $x(0)=x_0$.

16. Коммивояжер («бродячий торговец») должен посетить каждый город на своей территории. Он выезжает из города, в котором проживает, посещает каждый город ровно один раз и возвращается домой. Требуется найти маршрут, при котором общая протяженность пути коммивояжера будет минимальной.

Город	1	2	3	4	5
1	0	10	13	12	15
2	10	0	5	9	21
3	13	5	0	14	4
4	12	9	14	0	6
5	15	21	4	6	0

Изобразить маршрут в виде графа.

17. Вычислить площадь фигуры методом Монте-Карло.

Примерный перечень вопросов для подготовки к тестированию на зачете

1. Понятие "модель". Моделирование как метод познания.
2. Натурные и абстрактные модели. Виды моделирования в естественных и технических науках.
3. Информационные модели. Объекты и их связи. Основные структуры в информационном моделировании. Примеры информационных моделей.
4. Системный подход в научных исследованиях.
5. Компьютерная модель.
6. Математические модели. Этапы разработки математической модели.

7. Примеры математических моделей в химии, биологии, экологии, экономике.
8. Различные подходы к классификации математических моделей.
9. Дескриптивные, оптимизационные, многокритериальные, игровые модели.
10. Имитационное моделирование.
11. Модели динамических систем.
12. Инструментальные программные средства для моделирования динамических систем.
13. Моделирование в экологии. Модель популяции.
14. Геометрическое моделирование и компьютерная графика.
15. Модели с сосредоточенными и распределенными параметрами.
16. Численный эксперимент. Его взаимосвязи с натурным экспериментом и теорией.
17. Моделирование стохастических систем. Метод статистических испытаний.
18. Общий алгоритм моделирования дискретной случайной величины.

Примерная тематика докладов

1. История изменения одной модели (на примере модели движения планет Солнечной системы).
2. Развитие имитационного эксперимента от метода Монте-Карло до виртуальной реальности.
3. Математическое моделирование в социальных науках.
4. Моделирование сложных организационно-технических систем.
5. Подготовка и проведение имитационной игры.
6. Исследование статистических свойств генератора случайных чисел пакета Mathcad;
7. Моделирование марковских случайных процессов;
8. Моделирование поведения динамической системы, описываемой уравнениями Колмогорова.
9. Демографические модель;
10. Модель многоотраслевой экономики Леонтьева;
11. Модель боевого взаимодействия Ланчестера;
12. Развитие понятия модель в истории науки.