

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям

О.Г. Прохоренко

«05» июля 2023 г.

Регистрационный № УД – 12663/уч.

КОМПЬЮТЕРНАЯ АЛГЕБРА

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности**

1-31 01 04 Биоинженерия и биоинформатика

2023 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования I ступени по специальности 1-31 01 04 Биотехнология и биоинформатика ОСВО 1-31 01 04-2021 и учебного плана БГУ № G-31-1-206/уч. от 22.03 2022 г.

СОСТАВИТЕЛИ:

Л.Л. Голубева, заведующая кафедрой дифференциальных уравнений и системного анализа механико-математического факультета Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

О.А. Лаврова, доцент кафедры дифференциальных уравнений и системного анализа механико-математического факультета Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

А.Э. Малевич, доцент кафедры дифференциальных уравнений и системного анализа механико-математического факультета Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

Н.Л. Щеглова, доцент кафедры дифференциальных уравнений и системного анализа механико-математического факультета Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТ:

Дюбков В.К., ректор Учреждения дополнительного образования «Институт повышения квалификации и переподготовки специалистов информационных технологий и бизнес-администрирования», кандидат технических наук

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой дифференциальных уравнений и системного анализа БГУ
(протокол №13 от 14.06.2023)

Научно-методическим советом БГУ
(протокол № 9 от 29.06.2023)

Зав. кафедрой дифференциальных уравнений
и системного анализа, доцент



Л. Л. Голубева

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Компьютерная алгебра» для специальности 1-31 01 04 «Биоинженерия и биоинформатика» может быть позиционирована как совокупность знаний, методов, практик, алгоритмических и компьютерных средств, предназначенных для математического и компьютерного моделирования в области биологии. Преподавание дисциплины предполагает приобретение соответствующих знаний, умений и навыков с использованием компьютерной математической среды, или системы компьютерной алгебры *Mathematica*.

Системы компьютерной алгебры позволяют исследовать проблему, провести анализ и визуализацию данных, построить модели, их тестировать, документировать и оформить результаты. При их использовании основное внимание сосредотачивается на существовании проблемы и компьютерных моделях для ее разрешения, оставляя в стороне технические вопросы классической математики, детали вычислительных методов и алгоритмических процедур, нюансы языков программирования и команд операционной системы.

Цели и задачи учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины «Компьютерная алгебра» является формирование у студентов практических навыков использования системы компьютерной алгебры *Mathematica* для моделирования и проведения исследований при решении классических и современных проблем в области биологии.

Задачи учебной дисциплины:

1. исследование и разработка моделей, алгоритмов, методов, программных решений, инструментальных средств по тематике выполняемых научно-исследовательских проектов;
2. разработка и исследование математических, информационных и имитационных моделей в определенной предметной области;
3. составление и подготовка к публикации научных обзоров, рефератов, библиографий, научно-технических отчетов по тематике проводимых исследований.

Место учебной дисциплины. В системе подготовки специалиста с высшим образованием учебная дисциплина относится к модулю «Анализ данных» компонента учреждения высшего образования.

Учебная программа составлена с учетом межпредметных связей и программ по дисциплинам: «Линейная алгебра», «Математический анализ».

Знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплины «Компьютерная алгебра», значительно расширяют возможности различного вида анализа данных.

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Компьютерная алгебра» должно обеспечить формирование следующей **специализированной компетенции:**

СК-5. Применять системы компьютерной алгебры, методы описательной статистики для решения задач профессиональной деятельности в области биоинженерии и биоинформатики.

В результате изучения дисциплины «Компьютерная алгебра» студент должен для современной компьютерной математической системы *Mathematica*

знать:

- идеологию системы и принципы работы в ней; инструментальные средства, элементы управления, интерфейс; структуры данных; особенности построения функций пользователя; возможности визуализации исследований и оформления результатов исследований в виде публикаций;
- парадигмы программирования, поддерживаемые в системе, особенности языка программирования;

уметь:

- создавать и исследовать математические, компьютерные, имитационные модели различных уровней абстракции;
- применять современный математический аппарат в эффективной интеграции с инструментальными компьютерными математическими средствами;
- разрабатывать и анализировать программные решения по тематике выполняемых исследований;
- квалифицированно применять язык программирования современной системы компьютерной математики;
- проводить анализ результатов исследований, строить информационные модели;
- готовить материалы к публикации, в том числе в электронных изданиях, по тематике и результатам проводимых исследований.

владеть:

- методами и приемами построения моделей объектов, данных, процессов, систем;
- методами исследований и решения проблем математического содержания с использованием математических компьютерных приложений.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 3 семестре. Форма получения высшего образования очная (дневная).

Всего на изучение учебной дисциплины «Компьютерная алгебра» отводится 108 часов, в том числе 54 аудиторных часа, из них: лекции – 30 часов, лабораторные занятия – 20 часов, управляемая самостоятельная работа – 4 часа (ДОТ).

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма промежуточной аттестации – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Основы работы в Mathematica

Тема 1.1. Структура символьных пакетов и сценарий работы с ними

Системы компьютерной алгебры: типы, назначение, структура. Сценарий работы. Накопление знаний во время сеанса и хранение знаний между сеансами. Электронный документ, его структура. Особенности ввода данных. Главный цикл ($\text{In}[\text{xx}] \rightarrow \text{Out}[\text{xx}]$) при вычислениях. Работа с системой справки.

Одномерные дискретные динамические системы в биологии. Построение и визуализация решений.

Тема 1.2. Решение уравнений, систем, дифференциальное и интегральное исчисления

Представление и решение уравнений и систем уравнений. Подстановки. Функции дифференцирования и интегрирования, особенности их использования.

Тема 1.3. Графика. Визуализация исследований

Базовые функции двумерной и трехмерной графики. Графические примитивы. Режимы выполнения графических функций. Специализированные графические пакеты.

Модели численности популяции одного вида.

Тема 1.4. Динамические графические объекты

Элементы управления отображением графических объектов. Вычисление выражений внутри функций `Dynamic` и `Manipulate`. Интерактивная графика. Построение демонстрационных моделей.

Раздел 2. Идеология системы и средства программирования

Тема 2.1. Выражение как основная структура данных

Рекурсивное определение выражения. Анализ структуры выражения. Типы выражений. Атомарные объекты. Функции-конверторы типов атомарных объектов. Список как наиболее используемое выражение. Встроенные функции для работы со списками.

Образец (`Patterns`) как мета выражение. Основные правила записи. Описание различных множеств выражений посредством использования образцов. Образцы, соответствующие условию. Образцы, содержащие альтернативу. Установка значений по умолчанию. Образцы, допускающие повторение выражений. Встроенное по умолчанию значение части выражения. Построение функции пользователя: образцы как ОДЗ функции.

Тема 2.2. Функциональная парадигма

Функции без имени `Function`. Оператор `Apply` и семейство операторов `Map`. Возможности последовательного применения функций, операторы повторного действия (`Nest`, `Fold`, `FixedPoint`).

Функциональный стиль и рекурсивные алгоритмы при построении дерева выражения. Объектно-ориентированное проектирование и функциональный стиль при реализации головоломки Ханойские башни.

Тема 2.3. Правила преобразований

Глобальные преобразования, функции семейства Set. Механизм верхних и нижних значений символа. Программирование, основанное на глобальных правилах преобразований.

Локальные правила преобразований, определение. Подстановки, использование образцов. Функции семейства Replace. Подстановки в тождественных преобразованиях алгебраических выражений. Программирование, основанное на локальных правилах преобразований.

Построение псевдо- n -мерного гиперкуба и геометрических фракталов.

Тема 2.4. Принципы локализации переменных

Механизмы локализации символов в определенных границах. Итераторы. Функции Block, Module, With.

Тема 2.5. Управление вычислительным процессом

Конструкции, управляющие ходом вычисления: операторы выбора и операторы повторения.

Стандартный порядок вычисления выражения. Выражения, вычисляемые нестандартно. Вычисление правил преобразований, глобальных определений. Изменение стандартного порядка вычисления выражения в структурах выбора и повторения.

Раздел 3. Алгоритмы биоинформатики

Тема 3.1. Получение информации о геномах

Извлечение биологической информации из баз данных геномов в интернете или из баз данных под управлением популярных СУБД, загрузка информации из локальных файлов в *Mathematica*. Использование специальных операторов СКА для работы с биологической информацией. Операторы семейства BioSequence* в *Mathematica* и возможности работы с ними.

Тема 3.2. Манипуляции с геномом

Представление генома строкой текста. Операторы семейства String* для обработки текстовой информации. Некоторые классические вычислительные задачи, сопровождающие манипуляции с геномом.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Очная форма получения высшего образования с применением дистанционных образовательных технологий (ДОТ)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Другие		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	Основы работы в среде Mathematica	8			8		2 (ДОТ)	
1.1	Структура символьных пакетов и сценарий работы с ними	3			4			Отчет по лабораторной работе 1 с устной защитой, устный опрос
1.2	Решение уравнений, систем, дифференциальное и интегральное исчисления	1						
1.3	Графика. Визуализация исследований	2			4			Отчет по лабораторной работе 2 с устной защитой, устный опрос
1.4	Динамические графические объекты	2					2 (ДОТ)	Контрольная работа №1 по разделу 1

2	Идеология системы и средства программирования	16			8		2 (ДОТ)	
2.1	Выражение как основная структура данных	4			2			Отчет по лабораторной работе 3 с устной защитой, устный опрос
2.2	Функциональная парадигма	5			2			Отчет по лабораторной работе 4 с устной защитой, устный опрос
2.3	Правила преобразований	3			2			Отчет по лабораторной работе 5 с устной защитой. Контрольная работа №2 по темам 2.1 – 2.3
2.4	Принципы локализации переменных	2			2			Отчет по лабораторной работе 6 с устной защитой
2.5	Управление вычислительным процессом	2					2 (ДОТ)	Контрольная работа №3 по разделу 2
3	Алгоритмы биоинформатики	6			4			
3.1	Получение информации о геномах	2			2			Отчет по лабораторной работе 7 с устной защитой
3.2	Манипуляции с геномом	4			2			Контрольная работа №4 по разделу 3
	Итого	30			20		4	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. *Иванов, О. А.* Дискретная математика и программирование в Wolfram Mathematica: для бакалавров: учебное пособие для студентов направлений подготовки 01.03.02 "Прикладная математика и информатика", 01.03.04 "Прикладная математика", а также для студентов других направлений, изучающих дисциплину "Дискретная математика" / О. А. Иванов, Г. М. Фридман. – Санкт-Петербург [и др.]: Питер, 2020. – 349 с.
2. Компьютерная математика. Символьный пакет *Mathematica*: электронный учебно-методический комплекс для специальности: 1-31 03 01 «Математика (по направлениям)», направление специальности: 1-31 03 01-02 «Математика (научно-педагогическая деятельность)» / Л. Л. Голубева [и др.]; БГУ, Механико-математический фак., каф. дифференциальных уравнений и системного анализа. – Минск : БГУ, 2021. URL: – <https://elib.bsu.by/handle/123456789/276777>

Перечень дополнительной литературы

1. *Голубева, Л. Л.* Компьютерная математика. Символьный пакет *Mathematica* : курс лекций / Л. Л. Голубева, А. Э. Малевич, Н. Л. Щеглова. – Минск : БГУ, 2005. – 104с.
2. *Голубева, Л. Л.* Компьютерная математика. Символьный пакет *Mathematica* : лабораторный практикум для студ. мех.-мат. фак. : в 2 ч. Ч. 1 / Л. Л. Голубева, А. Э. Малевич, Н. Л. Щеглова. – Минск : БГУ, 2012. – 235 с. – URL: <http://elib.bsu.by/handle/123456789/95686>.
3. *Чичурин, А. В.* Применение системы МАТНЕМАТИСА при решении дифференциальных уравнений и в задачах математического моделирования : курс лекций для студ. спец. 1-31 03 01 "Математика (по направления)" : в 3 ч. / А. В. Чичурин, Е. Н. Швычкина ; БГУ, Механико-математ. факультет. – Минск : БГУ, 2016 – 2017.
4. *Седов, Е. С.* Основы работы в системе компьютерной алгебры *Mathematica*: учебное пособие / Е. С. Седов. – 2-е изд. – Москва : ИНТУИТ, 2016. – 401 с. – Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/100339>
5. *Юмагулов М. Г.* Введение в теорию динамических систем: Учебное пособие: М. Г. Юмагулов. – СПб.: Издательство "Лань", 2015. – 272 с.
6. *Братусь, А. С.* Динамические системы и модели биологии : учебное пособие : А. С. Братусь, А. С. Новожилов, А. П. Платонов. – Москва : Физматлит, 2009. – 400 с.
7. *Р. А. Прохорова.* Обыкновенные дифференциальные уравнения: учебное пособие. – Мн.: БГУ, 2017. – 335 с.
8. *П. Певзнер, Ф. Компо.* Алгоритмы биоинформатики / пер. с англ. И. Л. Люско. М.: ДМК Пресс, 2022. – 682 с.

9. *Gräbe, H.-G. Mathematica 6, Bafög-Ausgabe. Einführung, Grundlagen, Beispiele / H.-G. Gräbe, M. Kofler. München, Pearson Studium, 2007. 496 с.*
10. *Maeder, R. Computer Science with Mathematica: Theory and Practice for Science, Mathematics, and Engineering / R. Maeder. Cambridge Univ Pr, 2006. 389 с.*
11. *Lynch, S. Dynamical Systems with Application using Mathematica / S. Lynch. Birkhäuser Boston, 2007. 499 с.*
12. *Wickham-Jones, T. Mathematica Graphics. Techniques & Applications / T. Wickham-Jones. Springer Verlag New York Berlin Heidelberg, 1994, XIV, 721 p.*
13. *Sal Mangano. Mathematica Cookbook / Sal Mangano. O'Reilly Media, 2010. 832 с.*
14. *Wolfram, S. Mathematica book: 5 ed. / S. Wolfram. Wolfram, 2003. 1301 с.*

Рекомендуемое учебно-лабораторное оборудование

Для проведения занятий требуются следующее программное обеспечение: операционная система MS Windows, MS Office, *Mathematica*.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой отметки

Согласно Положению о рейтинговой системе оценки знаний обучающихся по учебной дисциплине в БГУ (приказ ректора № 189-ОД от 31.03.2020) контроль знаний студентов по дисциплине «Компьютерная алгебра» происходит в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Оценка текущего контроля знаний студента по дисциплине «Компьютерная алгебра» формируется в результате регулярной и систематической проверки знаний студентов во время занятий и по итогам их самостоятельной работы. Текущий контроль знаний проходит в форме опроса на лекциях и лабораторных занятиях, во время устной защиты отчета по лабораторным работам, выполняемым в учебной лаборатории и самостоятельно вне аудитории, контрольных опросов и контрольных работ. Задания к лабораторным и контрольным работам составляются согласно содержанию учебного материала. Во время самостоятельной работы студент выполняет задания, полученные на лабораторных занятиях, а также изучает рекомендуемую литературу. При защите лабораторных работ оценивается полнота ответа, аргументация выбранных решений, последовательность и оригинальность изложения материала, оригинальность кода, корректность оформления, самостоятельность выполнения заданий. Для

совершенствования способностей учиться самостоятельно студентам могут выдаваться темы докладов, с которыми они выступают на занятиях.

Формой промежуточной аттестации по дисциплине «Компьютерная алгебра» учебным планом предусмотрен **экзамен**. Экзамен по дисциплине проходит в форме письменного контрольного опроса и далее в устной форме.

При формировании итоговой отметки используется рейтинговая система оценки знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая система предусматривает использование весовых коэффициентов в ходе проведения контрольных мероприятий текущей аттестации.

Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущей аттестации в отметку при прохождении промежуточной аттестации:

Формирование отметки за текущую аттестацию:

- отчеты по лабораторным работам с устной защитой, устный опрос, отчеты по заданиям с устной защитой – 60%;
- контрольные работы – 40%.

Итоговая отметка по дисциплине рассчитывается на основе отметки текущей аттестации (рейтинговой системы оценки знаний) – 40% и экзаменационной отметки – 60%.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Раздел 1. Основы работы в Mathematica. (2 ч/ДОТ)

По разделу 1 (темы 1.1, 1.2, 1.3, 1.4) студенты выполняют контрольную работу.

Задание (примерный вариант):

1. Исследовать динамическую систему Лотки-Вольтерры взаимодействия популяции жертв и популяции хищников. Провести качественный анализ, выявить существование колебательного поведения системы по решению математической модели и по фазовому портрету. Проиллюстрировать структурную неустойчивость системы.
2. Описать и исследовать химическую реакцию двух веществ, в качестве математической модели выбрать линейную динамическую систему. По аналогии с заданием 1 сформулировать, реализовать и документировать проблемы, которые возникают при исследовании построенной модели с использованием СКА *Mathematica*.

Целью данного задания является выработка у студента навыков исследования математических объектов, работы с функциями математического анализа и графики в системе компьютерной алгебры *Mathematica*, а также оформление результатов исследования в виде электронного документа.

² При наличии предложений об изменениях в содержании учебной программы УВО.

Форма контроля – контрольная работа №1 по разделу 1.

Раздел 2. Идеология системы и средства программирования. (2 ч/ДОТ)

По разделу 2 (темы 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5) студенты выполняют контрольную работу.

Задание (примерный вариант):

1. Изучить процесс проектирования визуализации головоломки, представленный в [2, с. 215 - 218].
2. Разработать и реализовать визуальное представление головоломки «Ханойские башни». При проектировании применить объектно-ориентированный подход к динамической визуализации решения.

Целью данного задания является знакомство с методологией объектно-ориентированного анализа, проектирования и программирования на примере решения классической головоломки «Ханойские башни», а также изучение возможностей функциональной парадигмы и приобретение навыков компьютерного моделирования.

Форма контроля – контрольная работа №3 по разделу 2.

Примерная тематика лабораторных занятий

№ ЛБ	Название темы
1	Погружение в <i>Mathematica</i> . Дискретные модели численности популяций
2	Графика в <i>Mathematica</i> . Динамические системы при описании биологических процессов
3	Анализ структуры выражения
4	Функциональная парадигма и рекурсия на примере решения головоломки «Ханойские башни»
5	Прогноз численности народонаселения
6	Нежесткая молекула: представление в компьютерной среде, визуализация, исследование свойств
7	Реализация некоторых алгоритмов биоинформатики

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется **эвристический подход**, который предполагает демонстрацию многообразия решений большинства профессиональных задач и жизненных проблем.

При организации образовательного процесса используется **практико-ориентированный подход**, который предполагает освоение содержания через решения практических задач.

При организации образовательного процесса **используются методы и приемы развития критического мышления**, которые представляют собой систему, формирующую навыки работы с информацией в процессе чтения и письма; понимания информации как отправного, а не конечного пункта критического мышления.

На лекциях и лабораторных занятиях при обучении используется метод проблемного изложения, предполагающий формулировку проблемы и демонстрации пути ее решения преподавателем, а также поисковый, репродуктивный, исследовательский методы. При проведении занятий также планируется использовать наглядные методы, такие как иллюстрация, демонстрация, визуализация.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине рекомендовано разместить на образовательном портале или сайте кафедры учебно-методические материалы: курсы лекций и лабораторные практикумы, методические указания к лабораторным занятиям, вопросы для подготовки к экзамену, перечень рекомендуемой литературы, информационные ресурсы.

Самостоятельная работа студента включает в себя работу с учебной литературой по заданным разделам дисциплины, поиск в Интернете новейшей учебной и научной информации в указанных областях знаний и знакомство с ней, а также выполнение задач, поставленных на занятиях.

Примерный перечень вопросов к экзамену

Раздел 1

1. Перечислите составные части *Mathematica*, сформулируйте назначение каждой.
2. Опишите процесс приобретения знаний системой *Mathematica* во время сеанса *Session*.

3. Опишите Notebook, рабочий документ *Mathematica*, укажите типы ячеек Cell и основные манипуляции с ячейками.
4. Опишите систему справки *Mathematica* и изложите возможности ее использования.
5. Опишите рабочий документ *Mathematica*: как создать его структуру, форматировать содержимое документа. Изложите особенности ввода: математические выражения, специальные символы.
6. Укажите возможные формы записи функции при ее вызове. Приведите примеры.
7. Что такое опции функции, как их вычислить и как указать опции для выполнения функции. Приведите примеры.
8. Определите понятие выражения (expression), используя рекурсию.
9. Определите понятие атомарного выражения. Приведите примеры атома каждого типа.
10. Напишите общий вид, полную форму произвольного выражения и укажите функцию, которая ее вычисляет. Приведите примеры.
11. Опишите, как *Mathematica* представляет выражение в виде связанного ациклического планарного графа и укажите функцию, которая отображает эту структуру. Приведите примеры.
12. Определите понятие уровня выражения, используя рекурсию. Укажите функцию, которая вычисляет подвыражения указанного уровня. Приведите примеры.
13. Что означает спецификатор уровней выражения `levelspec`, каков его синтаксис, как он используется в аргументах встроенных функций. Приведите примеры.
14. Дайте определение глубины выражения, укажите функцию, глубину вычисляющую. Напишите, как связаны глубина выражения и максимальный номер уровня выражения. Приведите примеры.
15. Определите понятие позиции подвыражения. Напишите, каким образом вычисляется позиция и опишите встроенную функцию, которая вычисляет позицию подвыражения в структуре выражения. Приведите примеры.
16. Напишите спецификации трех различных встроенных функции для извлечения части неатомарного выражения. Приведите примеры.
17. Напишите спецификацию функции `Part`. Укажите назначение символа `Span` и его синтаксис, все логически различные случаи описания диапазона. Приведите примеры.
18. Запишите в полной форме функции, которые извлекают части атомарных выражений, для каждого типа. Приведите примеры использования каждой функции.
19. Опишите назначение, аргументы вызова, результат выполнения функции `Apply`. Приведите примеры ее действия на разных уровнях выражения.

20. Функция без имени: построение, использование. Формы записи безымянной функции. Способы указания формальных и фактических аргументов функции. Приведите примеры.
21. Опишите назначение, аргументы вызова, результат выполнения функции `Map`. Растолкуйте синтаксис спецификатора уровней выражения `levelspec` в этом случае. Приведите примеры.
22. Опишите назначение, аргументы вызова, результат выполнения функции `MapAt`. Приведите примеры.
23. Опишите назначение, аргументы вызова, результат выполнения функции `MapIndexed`. Приведите примеры.
24. Опишите назначение, аргументы вызова, результат выполнения функции `MapThread`. Приведите примеры.
25. Опишите построение итерационных процессов с использованием операторов семейства `Nest`. Приведите примеры.
26. Опишите построение итерационных процессов с использованием операторов семейства `Fold`. Приведите примеры.
27. Образец `Pattern`: определение, назначение, способы именования. Функция для сравнения выражения с образцом.. Приведите примеры.
28. Виды образцов: с условием, содержащие альтернативу, повторяющиеся, с заданными по умолчанию значениями, со встроенными по умолчанию значениями. Приведите примеры каждого вида образцов.
29. Использование образцов в аргументах встроенных функций *Mathematica* и в функциях пользователя. Приведите примеры.
30. Правила преобразований: определение, классификация, сфера видимости и момент времени вычисления. Использование правил. Приведите примеры.
31. Построение и пополнение списков значений символа при определении глобальных правил преобразований. Место глобального правила в списке. Приведите примеры.
32. Локальные правила преобразований: функции для их определения, операторы `Replace` и `ReplaceList`. Приведите примеры.
33. Локальные правила преобразований: функции для их определения, операторы `ReplaceAll` и `ReplaceRepeated`, их сравнение в исполнении. Приведите примеры.
34. Структуры выбора и структуры повторения, особенности их реализации в *Mathematica*. Примеры использования.
35. Локализация сферы видимости переменных. Механизмы локализации символов в структурах `Block`, `Module`, `With`, `Function`.
36. Базовые функции двумерной и трехмерной графики. Приведите примеры использования.
37. Двумерные графические примитивы. Директивы. Опции. Приведите примеры использования.

38. Динамическая визуализация графических объектов. Элементы управления, их использование. Функция *Manipulate*. Приведите примеры. См. презентацию лекции.
39. Списки как основное используемое в *Mathematica* выражение. Функции для генерации списка, преобразования списка, изменения его структуры. Операции над списками как над множествами.

Раздел 2

1. Опишите одномерную динамическую систему с дискретным временем как модель биологических процессов: общий вид, определения понятий траектории и неподвижной точки. Изложите, как построить траекторию и вычислить состояния равновесия системы в *Mathematica*. Приведите примеры.
2. Опишите одномерную динамическую систему с дискретным временем как модель биологических процессов: общий вид, определение понятия периодического решения. Изложите, как вычислить циклы периода p в *Mathematica*. Приведите примеры.
3. Исследуйте одномерную дискретную модель Мальтуса, описывающую динамику численности популяций, средствами *Mathematica*. Укажите выражения для построения траекторий, нахождения неподвижных точек, построения образов решений в графической области.
4. Исследуйте одномерную дискретную логистическую модель, описывающую динамику численности популяций, средствами *Mathematica*. Укажите выражения для построения траекторий, нахождения неподвижных точек, а также циклов периодов 2 и 4.
5. Исследуйте одномерную дискретную динамическую систему, представленную моделью Рикера для описания скорости размножения популяции, средствами *Mathematica*. Укажите выражения для построения траекторий, нахождения неподвижных точек, а также циклов периодов 2 и 4.
6. Опишите два способа построения в графической области образов траекторий динамических систем с дискретным временем. Приведите примеры.
7. Модель Мальтуса для описания численности популяций одного вида: запишите содержательную и концептуальную постановки задачи, представьте математическую модель, опишите две функции *Mathematica* для нахождения аналитического решения модели.
8. Запишите классическую модель Мальтуса, представляющую численность популяций одного вида, постройте графики ее решения при качественно различных значениях параметров, а также соответствующие фазовые траектории. Укажите функции *Mathematica*, которые строят указанные графические образы.
9. Нелинейный аналог модели Мальтуса для описания численности популяций одного вида: запишите содержательную и концептуальную

- постановки задачи, представьте математическую модель, опишите две функции *Mathematica* для нахождения аналитического решения модели.
10. Запишите нелинейный аналог модели Мальтуса для описания численности популяций одного вида, постройте графики ее решения при различных значениях параметров, а также соответствующие фазовые траектории. Укажите функции *Mathematica*, которые строят указанные графические образы.
 11. Модель Ферхюльста для описания численности популяций одного вида: запишите содержательную и концептуальную постановки задачи, представьте математическую модель, опишите две функции *Mathematica* для нахождения аналитического решения модели.
 12. Запишите модель Ферхюльста для описания численности популяций одного вида, постройте графики ее решения при различных значениях параметров, а также соответствующие фазовые траектории. Укажите функции *Mathematica*, которые строят указанные графические образы.
 13. Линейная модель химической реакции двух веществ: запишите содержательную и концептуальную постановки задачи, представьте математическую модель, опишите две функции *Mathematica* для нахождения аналитического решения модели.
 14. Запишите линейную модель химической реакции двух веществ, постройте графики ее решения и фазовый портрет. Опишите функции *Mathematica*, которые строят указанные графические образы.
 15. Модель Лотки-Вольтерры: запишите содержательную и концептуальную постановки задачи, представьте математическую модель, опишите функцию *Mathematica* для построения численного решения модели.
 16. Запишите модель Лотки-Вольтерры, постройте графики ее решения и фазовый портрет. Опишите функции *Mathematica*, которые строят указанные графические образы.
 17. Спроектируйте пошагово и реализуйте функцию, которая строит печатный образ произвольного выражения, разлагая его по уровням. Результат выполнения функции имеет вид: (номер уровня, список подвыражений указанного уровня в виде (голова подвыражения, подвыражение)). Приведите пример использования функции.
 18. Головоломка Ханойские башни. Опишите процесс проектирования функций, создающих виртуальные образы объектов для визуализации головоломки. Описание должно содержать вербальную модель, (включая проектируемые функции и описание связей между ними) и псевдокод (включая построение образцов для входных аргументов функций).
 19. Головоломка Ханойские башни. Опишите математические и компьютерные модели для создания псевдообъемного изображения диска, 2 способа. Описание должно содержать вербальную модель, (включая проектируемые функции и описание связей между ними) и псевдокод (включая построение образцов для входных аргументов функций).

20. Головоломка Ханойские башни. Изложите процесс построения рекурсивного алгоритма, который вычисляет правило для перекладывания дисков. Изложение должно содержать вербальную модель, (включая проектируемые функции и описание связей между ними) и псевдокод (включая построение образцов для входных аргументов функций).
21. Головоломка Ханойские башни. Изложите процесс моделирования главной функции перекладывания дисков. Изложение должно содержать вербальную модель, (включая проектируемые функции и описание связей между ними) и псевдокод (включая построение образцов для входных аргументов функций).
22. На примере работы с данными о численности населения Беларуси изложите возможности загрузки данных из базы знаний Wolfram Alpha, их модификации и отображения в графической области.
23. На примере работы с данными о численности населения Беларуси изложите возможности загрузки данных из базы знаний Wolfram Alpha, модификацию данных и их отображение в графической области.
24. Опишите возможности изучения свойств молекулы в *Mathematica* с использованием представления `Molecule` и функций семейства `Molecule*`.
25. Опишите механизм построения линейной, экспоненциальной и гиперболической моделей для аппроксимации данных с использованием функции `FindFit`. Сформулируйте назначение этой функции, напишите ее спецификацию.
26. Опишите процесс загрузки данных из `xlsx`-файла в *Mathematica* и их предобработку на примере построения матрицы связей атомов нежесткой молекулы резорцина при условии, что каждая строка матрицы должна содержать описание одной связи между двумя атомами.
27. Опишите процесс загрузки данных из `xlsx`-файла в *Mathematica* и их предобработку на примере построения матрицы координат атомов нежесткой молекулы резорцина, если каждая строка данных листа содержит значения двух торсионных углов поворота гидроксильных групп ОН и соответствующие этим углам координаты всех атомов молекулы.
28. Опишите механизм построения функции регрессии с использованием функции `Fit`. В качестве примера используйте матрицу, содержащую данные о зависимости координат атомов нежесткой молекулы резорцина от торсионных углов поворота гидроксильных групп ОН.
29. Опишите процесс создания функции пользователя, которая на основании данных о координатах атомов строит функции регрессии, представляющие вектор-функцию, параметрически описывающую каждую координату 14 атомов нежесткой молекулы резорцина, в зависимости от значений углов поворота гидроксильных групп ОН.

30. Изложите процесс построения статического трехмерного изображения нежесткой молекулы на примере данных о молекуле резорцина. Используйте графический примитив GraphicsComplex.
31. Изложите процесс построения профиля потенциальной энергии молекулы на примере данных о нежесткой молекуле резорцина.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы УВО по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола) ²
отсутствует			

² При наличии предложений об изменениях в содержании учебной программы УВО.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ
К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ
ДИСЦИПЛИНЕ НА _____ / _____ УЧЕБНЫЙ ГОД

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
 _____ (название кафедры) _____ (протокол № _____ от _____ 200__ г.)

Заведующая кафедрой
 кандидат физ.-мат. наук, доцент _____
 (ученая степень, ученое звание) (подпись)

Л.Л. Голубева
 (И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ
 Декан факультета
 доктор физ.-мат. наук, доцент _____
 (ученая степень, ученое звание) (подпись)

С.М. Босяков
 (И.О.Фамилия)