БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ
Ректор Белорусского
государственного университета
_____А.Д.Король
15 июля 2024 г.
Регистрационный №УД-13128/уч.

Вычислительные алгоритмы на графах с использованием Wolfram Mathematica

Учебная программа учреждения образования
по учебной дисциплине для специальности:

1-31 03 07 Прикладная информатика (по направлениям)

Направление специальности:

1-31 03 07-01 Прикладная информатика
(программное обеспечение компьютерных систем)

2024 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 03 03-2021, учебных планов: №G 31-1-034/уч. от 23.07.2021, №G 31-1-023/уч.ин. от 09.08.2021.

СОСТАВИТЕЛИ:
Л.А.Пилипчук – доцент кафедры компьютерных технологий и систем факультета прикладной математики и информатики Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент.

РЕЦЕНЗЕНТЫ:
М.П.Дымков – профессор кафедры высшей математики Белорусского государственного экономического университета, доктор физико-математических наук.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:
Кафедрой компьютерных технологий и систем БГУ
(протокол № 15 от 25.06.2024)

Научно-методическим советом БГУ
(протокол № 9 от 28.06.2024)

Заведующий кафедрой
компьютерных технологий и систем _____ В.В.Казаченок

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Целью преподавания данной дисциплины является приобретение студентами знаний и навыков применения методов и технологий декомпозиции базисных графов для решения разреженных систем линейных алгебраических уравнений, экстремальных задач потокового программирования.

Образовательная цель: формирование составной части банка знаний, получаемых будущими специалистами в процессе учебы и необходимых им в дальнейшем для успешной работы.

Развивающая цель: формирование у студентов основ математического мышления, изучение современных подходов, методов, алгоритмов и технологий построения численных решений линейных задач потокового программирования, сетевой оптимизации с использованием системы компьютерной алгебры Wolfram Mathematica для решения различных научных и практических задач.

Задачи учебной дисциплины:

1. Освоение современных подходов, методов, алгоритмов и технологий построения численных решений оптимизационных линейных задач потокового программирования, разреженного матричного и сетевого анализа;

2. Моделирование процессов оценки потоков в интеллектуальных транспортных системах, алгоритмы декомпозиции разреженных систем линейных алгебраических уравнений и их приложения в потоковых моделях.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина относится к дисциплинам специализации компонента учреждения высшего образования.

Место учебной дисциплины «Вычислительные алгоритмы на графах с использованием Wolfram Mathematica» в системе подготовки специалиста с высшим образованием определено необходимостью уметь применять структуры данных и современные подходы для построения оптимальных решений задач потокового программирования, анализировать особенности традиционных и современных технологий построения численных решений рассматриваемых экстремальных задач на графах и сетях, свободно владеть системой компьютерной алгебры Wolfram Mathematica и функциональным программированием для решения различных научных и практических задач.

Связи с другими учебными дисциплинами. Учебная дисциплина «Вычислительные алгоритмы на графах с использованием Wolfram Mathematica» тесно связана с учебными дисциплинами «Основы высшей алгебры», «Система Mathematica», «Алгоритмы и структуры данных», «Методы оптимизации».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Вычислительные алгоритмы на графах с использованием WolframMathematica» должно обеспечить формирование следующих компетенций:

Универсальные компетенции:

УК. Решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе применения информационно-коммуникационных технологий.

Базовые профессиональные компетенции:

БПК. Понимать предмет и объекты дискретной математики и математической логики, использовать основные приемы разработки эффективных алгоритмов и знания об основных структурах данных для решения прикладных задач

Сспециализированные компетенции:

СК. Использовать вычислительные методы линейной алгебры и анализа для решения прикладных задач в различных сферах человеческой деятельности, применять навыки программной реализации вычислительных алгоритмов и анализа полученных результатов.

В результате освоения учебной дисциплины студент должен:

знать:

– методы конструктивной теории декомпозиции базисов, разреженных недоопределенных систем линейных алгебраических уравнений;

– алгоритмические, структурные и технологические решения разреженных систем линейных алгебраических уравнений неполного и полного ранга;

– методы построения базиса пространства решений разреженных линейных систем с учетом типов разреженности матриц и теоретико-графовых свойств базисов;

– методы, алгоритмы и технологии построения характеристических векторов с учетом типов разреженности матриц;

– технологии построения частного решения разреженных систем линейных уравнений с матрицей инцидентности графа;

– методы, алгоритмы и технологии преобразования покрывающих деревьев задач сетевой оптимизации;

– технологии построения общего решения недоопределенных систем линейных алгебраических уравнений неполного ранга;

– модели, методы, вычислительные алгоритмы и технологии декомпозиции решения линейных задач потокового программирования с дополнительными ограничениями;

– модели, методы, вычислительные алгоритмы и технологии решения дробно-линейных задач потокового программирования с дополнительными ограничениями;

– основные приемы работы с системой компьютерной математики WolframMathematica;

– функции системы WolframMathematica для решения линейных систем, построения таблиц, работы с графами, визуализации графов, чтения из файлов и экспорта данных в файлы других форматов;

– принципы и операторы процедурного программирования, операторы функционального программирования в системе WolframMathematica;

уметь:

– строить базисы пространства решений разреженных линейных систем с учетом типов разреженности;

– разрабатывать алгоритмические, структурные и технологические решения недоопределенных разреженных систем линейных алгебраических уравнений;

– разрабатывать технологии построения общего решения недоопределенной разреженной системы линейных алгебраических уравнений;

– применять конструктивную теорию декомпозиции для решения линейных задач потокового программирования с дополнительными ограничениями;

– строить модели, разрабатывать вычислительные алгоритмы и технологии решения задач потокового программирования с дополнительными ограничениями;

– разрабатывать и подключать пакеты пользователя в системе WolframMathematica;

– писать процедуры и функции в системе WolframMathematica;

– разрабатывать пользовательские программы в системе WolframMathematica для решения научных и практических задач;

– подключать систему WolframMathematica к внешним программам для расчетов;

– оптимизировать код в системе WolframMathematica для решения линейных систем большой размерности;

– использовать параллельные вычисления в системе WolframMathematica для решения линейных систем большой размерности;

– применять изученные методы решения недоопределенных систем линейных уравнений с разреженными матрицами различных типов для решения задач потокового программирования;

– создавать отчетную документацию в системе LaTex,

владеть:

– практическими навыками применения методов, алгоритмов и технологий декомпозиции, разреженных недоопределенных систем линейных алгебраических уравнений в задачах разреженного матричного и сетевого анализа;

– методами исследования недоопределенных разреженных систем линейных алгебраических уравнений неполного ранга;

– методами декомпозиции базисных графов, вычислительными алгоритмами на графах и сетях, алгоритмическими, структурными и технологическими решениями задач разреженного матричного анализа;

– индексными и базисными (опорными) методами для решения линейных сетевых оптимизационных задач;

– методами, вычислительными алгоритмами и технологиями решения сетевых задач потокового программирования с дополнительными ограничениями;

– навыками самообразования и способами использования аппарата конструктивной теории декомпозиции базисных графов для проведения математических и междисциплинарных исследований.

В учебном процессе используются интерактивные методы, элементы учебно-исследовательской деятельности. Лекции проводятся с использованием компьютерного проектора, демонстрацией слайдов презентаций и примеров работы алгоритмов и программ. Задания лабораторного практикума – индивидуальные с реализацией в системе WolframMathematica с набором тестов для контроля результатов выполнения индивидуальных заданий.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в 7 семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Вычислительные алгоритмы на графах с использованием Wolfram Mathematica» отведено:

– для очной формы получения высшего образования: 216 часов, в том числе аудиторных – 72 часа, из них: лекции – 36 часов, лабораторные занятия – 30 часов, управляемая самостоятельная работа – 6 часов.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 6 зачетных единиц.

Форма промежуточной аттестации– экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Представление графов

Тема 1.1 Методы представления орграфов в памяти компьютера

Матрица смежности. Матрица инцидентности. Списки дуг. Списки наследников. Списки предшественников

Тема 1.2 Основные понятия алгоритмической теории графов

Алгоритмы обработки и преобразования данных потоковых задач. Визуализация деревьев, корневых деревьев, графов с использованием системы компьютерной алгебры WolframMathematica

Раздел 2. Фундаментальная система циклов и разрезов

Тема 2.1 Алгоритмы и технологии формирования корневых деревьев

Списковые структуры для представления корневых деревьев в памяти компьютера. Алгоритмы и технологии формирования корневых деревьев.

Тема 2.2 Алгоритмы и технологии построения фундаментальной системы циклов и разрезов

Алгоритмы и технологии построения фундаментальной системы циклов. Фундаментальная система разрезов. Алгоритмы и технологии построения фундаментальной системы циклов и разрезов. Визуализация фундаментальной системы циклов и разрезов с использованием системы компьютерной алгебры WolframMathematica

Раздел 3. Разреженные недоопределенные системы линейных алгебраических уравнений неполного ранга

Тема 3.1 Матрица инцидентности и её свойства

Разреженные недоопределенные системы линейных алгебраических уравнений с матрицей инцидентности графа

Тема 3.2 Построение структур для представления корневого дерева

Покрывающее дерево графа. Представление корневого дерева в памяти компьютера Структуры данных для представления корневого дерева (биективное отображение): список предков узлов, список направлений дуг, список уровней узлов и список династического обхода. Построение структур представления корневого дерева в системе WolframMathematica

Тема 3.3 Базовые операции с деревьями

Определение единственной цепи в дереве, нахождение поддерева с корнем в заданном узле, определение листьев дерева, определение фундаментального цикла

Тема 3.4 Методы, алгоритмы и технологии построения базиса пространства решений

Условия существования решения линейной системы с матрицей инцидентности графа. Реализация в системе Wolfram Mathematica алгоритма

проверки условий существования решения системы с матрицей инцидентности графа. Методы, алгоритмы и технологии построения базиса пространства решений однородной системы с матрицей инцидентности графа

Тема 3.5 Алгоритмические, структурные и технологические решения систем неполного ранга

Алгоритмические, структурные и технологические решения разреженных систем линейных алгебраических уравнений неполного ранга

Тема 3.6 Общее решение системы с матрицей инцидентности графа

Реализация в системе WolframMathematica алгоритма построения системы характеристических векторов. Построение частного решения системы с матрицей инцидентности графа. Реализация в системе Wolfram Mathematica алгоритма построения общего решения системы с матрицей инцидентности графа

Раздел 4. Задача оценки потока на ненаблюдаемой части двунаправленной сети

Тема 4.1 Задача минимизации размера множества обозреваемых узлов

Локализация специальных программируемых устройств (сенсоров) в узлах сети. Сбор необходимой информации о функции потока.

Тема 4.2 Моделирование процессов оценки потоков

Формирование ненаблюдаемой части двунаправленной сети. Оптимальные и субоптимальные решения.

Тема 4.3 Алгоритмы и технологии численного решения задачи идентификации сенсорных конфигураций узлов

Разработка новых подходов и стратегий и развитие технологий и алгоритмов численного решения задачи идентификации сенсорных конфигураций узлов для оценки потоков на ненаблюдаемой части сети.

Тема 4.4 Реализация численных методов установления полной наблюдаемости сети

Условия эффективной применимости точных методов решения задачи оценки потока на ненаблюдаемой части двунаправленной сети. Реализация численных методов установления полной наблюдаемости сети для заданного внешнего потока

Раздел 5. Линейные задачи потокового программирования с неточными данными

Тема 5.1 Математические модели задач с неточными данными

Прямые задачи потокового программирования. Обратные задачи. Математические модели. Описание параметров

Тема 5.2 Моделирование параметров ограничений

Частично допустимое решение. Допустимое решение. Моделирование параметров нижних и верхних границ в соответствии с выбранной нормой. Модели, методы, алгоритмы и технологии решения обратных задач для изменения параметров нижних и верхних границ

Тема 5.3 Моделирование параметров целевой функции

Математические модели задач обратной оптимизации для моделирования параметров целевых функций. Допустимое решение. Модели, методы, алгоритмы и технологии решения обратных задач для изменения параметров целевых функций в соответствии с выбранной нормой. Оптимальные решения задач обратной оптимизации моделирования параметров целевых функций

Тема 5.4 Примеры моделирования параметров целевой функции

Реализация методов решения задач обратной оптимизации в системе Wolfram Mathematica. Оптимальные решения задач обратной оптимизации моделирования параметров целевых функций

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	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	**Представление графов**	**4**			**4**			
1.1	Методы представления орграфов в памяти компьютера.	2			2			опрос
1.2	Основные понятия алгоритмической теории графов	2			2			опрос и проверка отчета по лабораторной работе
2	**Фундаментальная система циклов и разрезов.**	**4**			**4**			
2.1	Алгоритмы и технологии формирования корневых деревьев	2			2			опрос и проверка отчета по лабораторной работе
2.2	Алгоритмы и технологии построения фундаментальной системы циклов и разрезов	2			2			опрос и проверка отчета по лабораторной работе
3	**Разреженные недоопределенные системы линейных алгебраических уравнений**	**12**			**8**			
3.1	Матрица инцидентности и её свойства	2			2			коллоквиум

3.2	Построение структур для представления корневого дерева	2			2			опрос и проверка отчета по лабораторной работе
3.3	Базовые операции с деревьями	2						
3.4	Методы, алгоритмы и технологии построения базиса пространства решений	2			2		2	опрос и проверка отчета по лабораторной работе
3.5	Алгоритмические, структурные и технологические решения систем неполного ранга	2						
3.6	Общее решение системы с матрицей инцидентности графа	2			2			опрос и проверка отчета по лабораторной работе
4	**Задача оценки потока на ненаблюдаемой части двунаправленной сети**	**8**			**8**			
4.1	Задача минимизации размера множества обозреваемых узлов	2			2			тест
4.2	Моделирование процессов оценки потоков	2			2			коллоквиум
4.3	Алгоритмы и технологии численного решения задачи идентификации сенсорных конфигураций узлов	2			2			опрос и проверка отчета по лабораторной работе
4.4	Реализация численных методов установления полной наблюдаемости сети	2			2		2	опрос и проверка отчета по лабораторной работе
5	**Линейные задачи потокового программирования с неточными данными**	**8**			**6**			
5.1	Математические модели задач с неточными данными.	2			2			опрос и проверка отчета по

	.							лабораторной работе
5.2	Моделирование параметров ограничений	2			2		2	опрос и проверка отчета по лабораторной работе
5.3	Моделирование параметров целевой функции	2			2			тест
5.4	Примеры моделирования параметров целевой функции	2						проверка отчета по самостоятельной работе
	Итого	**36**			**30**		**6**	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Основная литература

1. Кормен, Томас Х. и др. Алгоритмы: построение и анализ / Т. Кормен [и др.] – 3-е изд. :Пер. с англ.– М.: Вильямс, 2013. – 1328 с.

2. Габасов, Р. Методы линейного программирования. Ч.1. Общие задачи / Р.Габасов, Ф.М. Кириллова – М.: URSS, 2018. – 176 с.

3. Габасов, Р. Методы линейного программирования. Ч.2. Транспортные задачи / Р. Габасов, Ф.М. Кириллова – М.:URSS, 2018. – 240 с.

4. Габасов, Р. Методы линейного программирования. Ч.3. Специальные задачи / Р. Габасов, Ф.М. Кириллова – М.: URSS, 2018. – 368 с.

5. Пилипчук, Л. А. Линейные неоднородные задачи потокового программирования: учеб.-метод. пособие. - Минск : БГУ, 2009. – 222 с.

6. Пилипчук. Л. А. Разреженные недоопределенные системы линейных алгебраических уравнений. – Минск: БГУ, 2012. – 260 с.

7. Пилипчук, А. С. Расположение минимального числа обозреваемых узлов в обобщенном графе для оценки трафика его ненаблюдаемой части / А. С. Пилипчук // Вестник БГУ. 2015. Сер. 1. Физика. Математика. Інформатика. № 1. С. 108–111.

8. Pilipchuk. L. A. Sparse Linear Systems and Their Applications. – Minsk: BSU, 2013. – 235 p.

9. Pilipchuk., L. A. The general solutions of sparse systems with rectangular matrices in the problem of sensors optimal location in the nodes of a generalized graph / L. A. Pilipchuk, O. V. German, A. S. Pilipchuk // Vestnik BSU. 2015. Ser. 1. Fizika. Matematika. Informatika. No. 2. P. 91–96.

10. Pilipchuk, L.A. Sparse linear systems: theory of decomposition, methods, technology, applications and implementation in Wolfram Mathematica / L.A. Pilipchuk, A.S. Pilipchuk // American Institute of Physics. AIP Conf. Proc. Vol. 1690, 060006 (2015); doi: 10.1063/1.4936744. 9 p.

11. Йенсен, П.Потоковое программирование / П. Йенсен, Д. Барнес. – М.: Радио и связь, 1984. – 392 с.

Дополнительная литература

1. Пилипчук, Л.А. Алгоритмы и технологии построения решений разреженных недоопределенных линейных систем в WolframMathematica / Л.А. Пилипчук, А.А. Лагуто // Технологии информатизации и управления: сб. науч. ст. в 2 кн / РИВШ; под ред. А.М. Кадана, Е.А. Свирского. – Минск, 2017. –Вып. 3, кн. 2. – С.264–272.

2. Пилипчук, Л.А. Теоретико-графовые свойства декомпозиции разреженных недоопределенных систем специального вида / Л.А Пилипчук, А.А. Лагуто // Материалы Международного конгресса по информатике: Информационные системы и технологии (CSIST'2016), 24–27 октября 2016 г. – Минск: БГУ, Беларусь.– 2016. – с.1061-1067.

3. Писсанецки С. Технологияразреженныхматриц. – М.: Мир,1988. – 416 с.
4. Ahuja, R.K. NetworkFlows: Theory, Algorithms, andApplications / R.K. Ahuja, T.L.Magnanti, J.B. Orlin. – NewJersey: PrenticeHall, 1993. – 864 p.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой отметки

Текущий контроль осуществляется путем оценки знаний и активности студентов на лабораторных занятиях, контрольных мероприятий в форме выполнений лабораторных работ**,** отчета по лабораторной работе, отчёта по самостоятельной работе, прохождения тестов и коллоквиумов.

Выполнение заданий является обязательным для всех студентов.

Основным средством диагностики усвоения знаний и овладения необходимыми компетенциями по учебной дисциплине «Вычислительные алгоритмы на графах с использованием WolframMathematica» является проверка отчетов по лабораторным и самостоятельным работам, тесты и коллоквиумы.

Отметка за активное участие на лабораторных занятиях включает:

- ответ (полнота ответа) – 30 %
- выполнение лабораторной работы – 70 %

Коллоквиумы используются для обобщения и систематизации учебного материала. В коллоквиум включаются теоретический вопрос и решение практической задачи. При оценивании коллоквиума внимание обращается на:

- содержание и последовательность изложения теоретического вопроса - 30%
- соответствие и полноту раскрытия вопроса - 30 %
- грамотный научный подход к решению практической задачи - 40%.

Отметка за самостоятельную работу зависит от полноты выполнения задания для самостоятельной работы.

Формой промежуточной аттестации по дисциплине «Вычислительные алгоритмы на графах с использованием WolframMathematica» учебным планом предусмотрен **экзамен.**

Для формирования итоговой отметки по учебной дисциплине используется модульно-рейтинговая система оценки знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая система предусматривает использование весовых коэффициентов для текущей и промежуточной аттестации студентов по учебной дисциплине.

Формирование итоговой отметки в ходе проведения контрольных мероприятий текущей аттестации (примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущей аттестации в отметку при прохождении промежуточной аттестации):

- ответы на лабораторных занятиях– 20%
- результаты коллоквиума – 30 %
- результаты выполнения лабораторных и самостоятельных работ – 30 %

- результаты тестирования – 20 %

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

Обучающийся допускается к текущей аттестации по учебной дисциплине при условии получения положительной (4 и выше) отметки текущей успеваемости по дисциплине.

Пропуск 25 % и более занятий по учебной дисциплине (в том числе и по уважительной причине) ведет к тому, что обучающийся не допускается к текущей аттестации.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Тема 3.4 Методы, алгоритмы и технологии построения базиса пространства решений (2ч.)

Условия существования решения линейной системы с матрицей инцидентности графа. Реализация в системе Wolfram Mathematica алгоритма проверки условий существования решения системы с матрицей инцидентности графа. Методы, алгоритмы и технологии построения базиса пространства решений однородной системы с матрицей инцидентности графа

(**Форма контроля** – Проверка отчета по лабораторной работе).

Тема 4.4 Реализация численных методов установления полной наблюдаемости сети (2 ч.)

Условия эффективной применимости точных методов решения задачи оценки потока на ненаблюдаемой части двунаправленной сети. Реализация численных методов установления полной наблюдаемости сети для заданного внешнего потока

(**Форма контроля** – Проверка отчета по лабораторной работе).

Тема 5.2Моделирование параметров ограничений (2ч.)

Частично допустимое решение. Допустимое решение. Моделирование параметров нижних и верхних границ в соответствии с выбранной нормой. Модели, методы, алгоритмы и технологии решения обратных задач для изменения параметров нижних и верхних границ

(**Форма контроля** – Проверка отчета по лабораторной работе).

Задание 1. Построить примеры моделирования параметров линейной целевой функции обратной задачи потокового программирования.

Задание 2. Построить примеры моделирования параметров нижних и верхних границ обратной задачи потокового программирования.

Задание 3. Вычислить характеристические вектора, порожденные дугами не опорного множества.

Задание 4. Построить общее решение системы с матрицей инцидентности.

Задание 5. Записать ограничения общего вида для указанных параметров; вычислить детерминанты циклов, порожденных дугами не опорного множества.

Задание 6. Реализовать методы, алгоритмы и технологии решения обратных задач для изменения параметров нижних и верхних границ в соответствии с выбранной нормой. Допустимое решение методы решения задач обратной оптимизации в системе WolframMathematica.

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется ***практико-ориентированный подход,*** который предполагает***:***

- освоение содержание образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие предпринимательской культуры;
- использование процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы обучающихся

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине «Вычислительные алгоритмы на графах с использованием WolframMathematica» следует использовать современные информационные технологии, разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (учебно-программные материалы, учебное издание для теоретического изучения дисциплины, презентации лекций, методические указания к лабораторным занятиям, электронные версии домашних заданий, материалы текущего контроля и текущей аттестации, позволяющие определить соответствие учебной деятельности обучающихся требованиям образовательного стандарта высшего образования и учебно-программной документации, в том числе вопросы для подготовки к экзамену, задания, вопросы для самоконтроля, список рекомендуемой литературы, информационных ресурсов и др.).

Примерный перечень вопросов к экзамену

Теоретические:

1. Способы представления графов. Свойства матрицы инцидентности графа.
2. Сеть, потоки в сетях. Внешние потоки. Условие сохранения потока в узлах сети. Математические модели задач потокового программирования.
3. Разреженные недоопределенные системы линейных алгебраических уравнений с матрицей инцидентности графа (система уравнений баланса для сети). Ранг матрицы системы. Критерий опорности.
4. Представление покрывающего (остовного) дерева графа в виде корневого дерева: список предков узлов, список направлений дуг, список уровней узлов, список династического обхода.
5. Базовые операции с деревьями: определение единственной цепи в дереве, нахождение поддерева с корнем в заданном узле, определение всех листьев дерева, определение цикла в дереве.
6. Алгоритм построения частного решения разреженной недоопределенной линейной системы с матрицей инцидентности графа (системы уравнений баланса). Пример.
7. Характеристические векторы и их основные свойства (леммы, отражающие основные свойства характеристических векторов).
8. Характеристические векторы, алгоритмы их нахождения.
9. Алгоритм построения общего решения разреженных недоопределенных линейных систем с матрицей инцидентности графа.
10. Преобразование покрывающего дерева сети в задачах сетевой оптимизации: удаление дуги из остовного дерева графа.
11. Преобразование покрывающего дерева сети в задачах сетевой оптимизации: добавление дуги к лесу деревьев (рассмотреть 2 случая: когда конечный узел добавляемой дуги – корень дерева, когда конечный узел добавляемой дуги не является корнем).
12. Разреженные системы линейных уравнений неполного ранга с дополнительными уравнениями общего вида. Общий вид системы, Сетевой критерий опорности.
13. Декомпозиция разреженных систем линейных уравнений неполного ранга с дополнительными уравнениями общего вида.
14. Детерминанты цикла и их вычисление. Матрица детерминантов, её свойства.
15. Алгоритм построения общего решения разреженных систем линейных уравнений неполного ранга с дополнительными уравнениями общего вида.
16. Алгоритмы и технологии решения линейных задач потокового программирования с неточными данными.
17. Алгоритмы и технологии решения дробно-линейных задач потокового программирования с неточными данными.
18. Оптимальные решения задачи оценки потока на ненаблюдаемой части двунаправленной сети

19. Субоптимальные решения задачи оценки потока на ненаблюдаемой части двунаправленной сети

Практические:

1. Функции работы со списками в системе WolframMathematica
2. Функции работы с графами (создание, виды графов, свойства графа, интерактивные эффекты) в системе WolframMathematica.
3. Визуализация графов в системе WolframMathematica.
4. Определение и виды функций в WolframMathematica. Функции с наложенными на аргументы условиями (Condition, PatternTest). Задание функций с несколькими аргументами.
5. Чистые функции в WolframMathematica.
6. Процедурное программирование в WolframMathematica. Функции пользователя. Структуры Block, Module.
7. Функциональное программирование в WolframMathematica. Суперпозиция функций.
8. Использование кратких форм записи в WolframMathematica.
9. Работа с текстовыми файлами в системе WolframMathematica (чтение, запись).
10. Функции времени и даты в WolframMathematica.
11. Пакеты расширения в системе WolframMathematica, их создание и использование.
12. Оптимизация кода пользователя в системе WolframMathematica (функция Compile, функции Sow и Reap).
13. Параллельные вычисления в системе WolframMathematica.
14. Коммуникация системы WolframMathematica с внешними програмами (на примере выбранного языка высокого уровня).

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Учебная дисциплина не требует согласования.			

Заведующий кафедрой
Доктор педагогических наук,
профессор _____ В.В.Казаченок

25. 06 2024 г.

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

_____(протокол № ____ от _____ 202_ г.)

(название кафедры)

Заведующий кафедрой

_____ _____

(ученая степень, ученое звание) (И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

_____ _____

(ученая степень, ученое звание) (И.О.Фамилия)