

БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям

О.Н. Здрок

2020 г.

Регистрационный № УД-8967/уч.



ПАРАЛЛЕЛЬНЫЕ ВЫЧИСЛЕНИЯ И АЛГОРИТМЫ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальностей:

1-31 03 09 Компьютерная математика и системный анализ

2020 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 03 09-2013 и учебного плана № G31-137/уч. от 30.05.2013.

СОСТАВИТЕЛИ:

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

Д.Н. Чергинец, доцент кафедры дифференциальных уравнений и системного анализа Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук.

РЕЦЕНЗЕНТ:

А.И. Смольская, инженер-программист ООО "ПЦИ Солюшенс".

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой дифференциальных уравнений и системного анализа БГУ (протокол № 9 от 14.05.2020);

Научно-методическим советом БГУ (протокол № 5 от 17.06.2020).

Зав. кафедрой дифференциальных уравнений
и системного анализа, профессор



В. И. Громак

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины – подготовка специалистов, способных использовать фундаментальные математические знания в качестве основы при проведении прикладных исследований и решении практических задач, связанных с оптимизацией.

Задачи учебной дисциплины:

1. формировать понимание математических моделей, используемых в математической оптимизации;
2. обучить навыкам построения и анализа математических моделей в виде задач выпуклого программирования;
3. развивать фундаментальные математические знания для решения задач выпуклого программирования.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием.

Учебная дисциплина относится **к циклу** специальных дисциплин (дисциплин по выбору студента) компонента учреждения высшего образования.

При изучении дисциплины «Параллельные вычисления и алгоритмы» используются знания, умения и навыки, полученные при изучении дисциплин «Математический анализ», «Компьютерная математика». Приобретенные при изучении данной дисциплины компетенции пригодятся студенту при изучении дисциплины «Информационные технологии».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Параллельные вычисления и алгоритмы» должно обеспечить формирование следующих академических, социально-личностных и профессиональных компетенций:

академические компетенции:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-5. Быть способным вырабатывать новые идеи (креативность).

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

АК-8. Иметь лингвистические навыки (устная и письменная коммуникация).

АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни.

социально-личностные компетенции:

СЛК-2. Быть способным к соци- альному взаимодействию.

СЛК-3. Обладать способностью к межличностным коммуникациям.

СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике (критическое мышление).

СЛК-6. Уметь работать в команде.

профессиональные компетенции:

ПК-1. Использовать фундаментальные математические знания в качестве основы при проведении прикладных исследований;

ПК-2. Понять поставленную задачу, оценить ее корректность;

ПК-4. Самостоятельно разрабатывать алгоритмы решения и их анализировать;

ПК-5. Получать результат на основе анализа, его корректно формулировать, видеть следствия сформулированного результата;

ПК-6. Передавать результат проведенных исследований в виде конкретных рекомендаций, выраженных в терминах предметной области изучавшегося явления;

ПК-14. Использовать математические и компьютерные методы исследований при анализе современных естественнонаучных, экономических, социально-политических процессов.

ПК-18. Разрабатывать документацию (графики работ, инструкции, планы, заявки, деловые письма и т.п.), а также отчетную документацию по установленным формам.

ПК-21. Оптимизировать управленческие решения.

В результате изучения учебной дисциплины студент должен:

знать:

– основные теоретические результаты для решения задач математического программирования;

– классификацию задач выпуклого программирования;

уметь:

– строить экстремальные задачи на множествах конечномерного пространства;

– осуществлять анализ выпуклых множеств, выпуклых функций, задач выпуклого и линейного программирования;

владеть:

– навыками построения и анализа задач оптимизации выпуклых функций на выпуклых множествах конечномерного пространства;

– навыками построения и анализа задач оптимизации линейных функций на множествах конечномерного пространства, описываемых конечной системой линейных уравнений и неравенств.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается в пятом семестре. Всего на изучение учебной дисциплины «Параллельные вычисления и алгоритмы» отведено: 120 часов, в том числе 72 аудиторных часов, из них: лекции – 36 часов (в том числе – 4 часа ди-

станционного обучения), лабораторные занятия – 30 часов (в том числе – 4 часа дистанционного обучения), управляемая самостоятельная работа – 6 часов.

Форма получения высшего образования очная (дневная).

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации – зачет.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Оптимизация без ограничений

Результаты математического анализа для задач безусловной оптимизации. Метод Ньютона для нахождения оптимального решения выпуклой дифференцируемой функции.

Тема 2. Теория выпуклых множеств

Выпуклое множество. Выпуклая функция. Полупространство. Гиперплоскость. Полиэдр. Теорема об отделимости точки от выпуклого множества. Теорема об отделимости выпуклых множеств.

Тема 3. Конусы

Свойства конуса. Теорема об отделимости точки от выпуклого конуса. Конечно-порожденный конус. Симплициальный конус. Теорема Каратеодори. Полярный конус. Полярный конус для пересечения выпуклых конусов. Полиэдрический конус.

Тема 4. Лемма Фаркаша

Лемма Фаркаша о разрешимости системы линейных неравенств.

Тема 5. Условия оптимальности для задач выпуклого программирования.

Классификация задач выпуклого программирования. Радиальный конус. Нормальный конус. Критерий оптимальности для дифференцируемой выпуклой функции на выпуклом множестве. Регулярная задача. Нормальный конус для множества, заданного неравенством от выпуклой функции. Условие Куна-Таккера. Критерий оптимальности для не дифференцируемых функций.

Тема 6. Классификация задач выпуклого и дискретного программирования.

Задачи линейного программирования. Задачи полуопределенного программирования. Задачи комбинаторной оптимизации. Задачи целочисленного линейного программирования.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования с применением дистанционных образовательных технологий

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	Оптимизация без ограничений	4			4			Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой
2	Теория выпуклых множеств	12			10		2	Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой. Отчет по заданиям с их устной защитой
3	Конусы	6			4		2	Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой. Отчет по заданиям с их устной защитой
4	Лемма Фаркаша	2 2 (ДО)			4			Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой. Видеоконференция
5	Условия оптимальности для задач вы-	8			4		2	Отчеты по лабораторным ра-

	пуклого программирования				2 (ДО)			ботам с их устной защитой. Видеоконференция. Отчет по заданиям с их устной защитой
6	Классификация задач выпуклого и дискретного программирования	2 (ДО)			2 (ДО)			Отчеты по лабораторным работам с их устной защитой. Видеоконференция

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. Р. Рокафеллар, Выпуклый анализ: Пер. с англ. – М.: Мир, 1973.
2. A. Ruszcynski, Nonlinear Optimization. Princeton University Press, 2006.
3. R.J. Vanderbei, Linear Programming: Foundations and Extensions. Springer, 2020.

Перечень дополнительной литературы

4. Материалы к курсу «Einführung in die Mathematische Optimierung», проф. Кайбель, Магдебургский университет, Германия 2013/14: видеолекции, слайды к лекциям, практические задания.
5. Материалы к курсу «Einführung in die Mathematische Optimierung», проф. Кайбель, Магдебургский университет, Германия 2016/17: слайды к лекциям, записи на доске, практические задания.
6. Материалы к курсу «Einführung in die Mathematische Optimierung», проф. Кайбель, Магдебургский университет, Германия 2019/20: слайды к лекциям, записи на доске, практические задания.
7. А. Схрейвер, Теория линейного и целочисленного программирования: в 2-х т.: Пер. с англ. – М.: Мир, 1991.
8. A. Schrijver, Theory of Linear and Integer Programming, Wiley, 1986.
9. M. Grötschel, L. Lovàsz, A. Schrijver, Geometric Algorithms and Combinatorial Optimization, Springer, 1988.
10. V. Chvatal, Linear Programming, Freeman, 1983.
11. J. Matousek, B. Gärtner, Using and Understanding Linear Programming, Springer, 2006.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

Контроль работы студента проходит в форме устной защиты отчета по лабораторным работам, выполненным в лаборатории или самостоятельно вне аудитории. Задания к лабораторным 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, наличие аргументации, последовательность в изложении материала, корректность оформления, оригинальность изложения материала, самостоятельность выполнения заданий.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Параллельные вычисления и алгоритмы» учебным планом предусмотрен зачет. Зачет по дисциплине проходит в форме устной защиты отчетов по лабораторным работам. При успешной работе на занятиях зачет может выставляться по результатам аудиторной и внеаудиторной работы студента.

При формировании итоговой оценки используется рейтинговая оценка знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая оценка предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Примерные весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний и текущей аттестации в рейтинговую оценку:

Формирование оценки за текущую успеваемость:

- отчеты по лабораторным работам с их устной защитой – 60 %;
- отчеты по заданиям с их устной защитой – 40 %.

Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости и экзаменационной оценки с учетом их весовых коэффициентов. Вес оценка по текущей успеваемости составляет 40 %, экзаменационная оценка – 60 %.

Примерная тематика лабораторных занятий

1. Метод Ньютона для нахождения оптимального решения выпуклой дифференцируемой функции.
2. Элементы выпуклого анализа. Анализ множеств и функций.
3. Теоремы отделимости для выпуклых множеств.
4. Полиэдрический и конечно-порожденный конусы.
5. Лемма Фаркаша (разрешимость линейных неравенств).
6. Радиальный и нормальный конус. Критерий оптимальности для задач выпуклого программирования. Условие Куна-Таккера.
7. Примеры задач линейного программирования, квадратичного программирования, полуопределенного программирования, целочисленного программирования, комбинаторной оптимизации.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Тема 2. Теория выпуклых множеств (2ч.) Проверка различных множеств конечномерного пространства на выпуклость и замкнутость. Выполнение заданий на основе методических указаний к лабораторным занятиям.

Форма контроля – письменный отчет с устной защитой.

Тема 3. Конусы (2ч.) Построение алгебраического описания полярного конуса к полиэдрическому конусу и полярного конуса к конечно-порожденному конусу.

Выполнение заданий на основе методических указаний к лабораторным занятиям.

Форма контроля – письменный отчет с устной защитой.

Тема 5. Условия оптимальности для задач выпуклого программирования (2ч.) Частные случаи теоремы Куна-Таккера для задач линейного программирования в различных форматах записи.

Выполнение заданий на основе методических указаний к лабораторным занятиям.

Форма контроля – письменный отчет с устной защитой.

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.

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: методические указания к лабораторным занятиям, перечень рекомендуемой литературы, информационных ресурсов.

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) ¹
Информационные технологии	Кафедра дифференциальных уравнений и системного анализа	нет	Вносить изменения не требуется (протокол № 9 от 14.05.2020)

¹ При наличии предложений об изменениях в содержании учебной программы УВО.

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ
К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИ-
ПЛИНЕ НА _____ / _____ УЧЕБНЫЙ ГОД**

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

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

Заведующий кафедрой
доктор физ.-мат. наук, профессор _____
(ученая степень, ученое звание) (подпись)

В.И. Громак
(И.О.Фамилия)

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

С.М. Босяков
(И.О.Фамилия)