

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе
и образовательным инновациям



О.И. Чуприс

Регистрационный № 4701

**Государственный экзамен
по специальности, направлению специальности, специализации**

Учебная программа учреждения высшего образования

для специальности:

1-31 03 03 Прикладная математика (по направлениям)

направление специальности

1-31 03 03-01 Прикладная математика
(научно-производственная деятельность)

специализации:

1-31 03 03-01 02 Математическое моделирование

1-31 03 03-01 04 Численные методы

1-31 03 03-01 06 Оптимизация и оптимальное управление

1-31 03 03-01 09 Математическое и программное обеспечение вычислительных машин и систем

1-31 03 03-01 11 Математическая кибернетика

1-31 03 03-01 12 Теория вероятностей и математическая статистика

1-31 03 03-01 14 Анализ данных и моделирование сложных систем

2018 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта высшего образования ОСВО 1-31 03 03-2013 и учебного плана №G31-173/уч. от 30.05.2013.

СОСТАВИТЕЛИ:

Дмитрук Наталия Михайловна, заведующий кафедрой методов оптимального управления ФПМИ, доцент, кандидат физико-математических наук;

Курбацкий Александр Николаевич, заведующий кафедрой технологий программирования ФПМИ, профессор, заслуженный деятель науки Республики Беларусь, доктор технических наук;

Мандрик Павел Алексеевич, декан ФПМИ, доцент, кандидат физико-математических наук;

Недзьведь Александр Михайлович, заведующий кафедрой компьютерных технологий и систем ФПМИ, доктор технических наук;

Труш Николай Николаевич, заведующий кафедрой теории вероятностей и математической статистики ФПМИ, профессор, доктор физико-математических наук;

Харин Юрий Семенович, заведующий кафедрой математического моделирования и анализа данных ФПМИ, доктор физико-математических наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Советом факультета прикладной математики и информатики БГУ, протокол №2 от 24.10.2017г.;

Научно-методическим советом БГУ, протокол №2 от 15.11.2017г.



ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Государственный экзамен является одной из форм итоговой аттестации на первой ступени высшего образования. Наряду с подготовкой и защитой дипломного проекта служит для определения соответствия результатов учебной деятельности обучающихся требованиям образовательного стандарта, учебно-программной документации образовательной программы высшего образования при завершении обучения.

Программа и порядок проведения государственного экзамена разработаны в соответствии с Правилами проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования, утвержденными Постановлением Министерства образования Республики Беларусь 29.05.2012 № 53.

Цели государственного экзамена:

- комплексная оценка уровня теоретической и практической подготовки выпускника к выполнению социально-профессиональных задач и установление соответствия его подготовки требованиям образовательного стандарта ОСВО 1-31 03 03-2013;
- решение вопроса о присвоении выпускнику соответствующей квалификации и выдаче ему диплома о высшем образовании (с учетом результатов защиты дипломной работы);
- определение путей дальнейшего совершенствования подготовки выпускников.

Итоговый государственный экзамен носит комплексный характер, т.е. ориентирован на выявление целостной системы общепрофессиональных и специальных научных знаний в области прикладной математики. Программа государственного экзамена разработана на основе типовых учебных программ по учебным дисциплинам, а также учебных программ учреждения высшего образования.

В ходе проведения государственного экзамена проверке подлежат академические и профессиональные компетенции выпускника, его способность использовать на практике интегральную (междисциплинарную) методологию, умение обоснованно анализировать содержание (научные факты, теории, методы и т.п.) учебных дисциплин и использовать их в качестве средства для выполнения профессиональной деятельности.

На основе содержания программы государственного экзамена разрабатываются экзаменационные материалы, которые представляют собой перечень вопросов для проверки готовности выпускников к выполнению различных видов профессиональной деятельности.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

1. Функции одной и нескольких переменных.

Функции, заданные явно. Критерий монотонности, критерий выпуклости, экстремумы. Функции, заданные неявно. Теорема о неявной функции. Функции, заданные, как сумма функционального ряда, как интегралы, зависящие от параметра, их функциональные свойства.

2. Интегралы.

Определения интеграла Римана, интеграла Лебега, несобственных интегралов, кратных, криволинейных и поверхностных интегралов. Аналитические методы вычисления интегралов и примеры их использования.

3. Функциональные последовательности и ряды.

Поточечная и равномерная сходимости функциональных последовательностей и рядов. Теорема о непрерывности суммы функционального ряда, теоремы о почленном дифференцировании и о почленном интегрировании функциональных рядов. Радиус сходимости степенного ряда и его вычисление. Представление функций степенными рядами и тригонометрическими рядами Фурье. Использование рядов при решении функциональных уравнений.

4. Функции комплексного переменного.

Регулярные функции. Особые точки. Вычисление вычетов. Интегральная теорема Коши. Формула Коши. Использование вычетов для вычисления интегралов. Преобразование Лапласа.

5. Системы линейных алгебраических уравнений. Аналитические и численные методы решения систем.

Неоднородные системы. Критерий совместности линейных систем (теорема Кронекера-Капелли). Структура общего решения однородных и неоднородных систем. Основные прямые методы решения СЛАУ: Гаусса и его модификации, квадратного корня, обусловленность системы, методы, основанные на ортогональных преобразованиях. Итерационные методы решения СЛАУ: простейшие алгоритмы (метод простой итерации, Зейделя), вариационный подход к построению итерационных алгоритмов.

6. Векторные пространства и линейные операторы в конечномерных векторных пространствах.

Векторное пространство его базис и размерность. Линейные операторы в конечномерных векторных пространствах и их матрицы. Подобие матриц. Критерий подобия. Нормальные формы матриц.

7. Линейные дифференциальные уравнения и системы.

Методы построения общих решений однородных и неоднородных уравнений и систем с постоянными коэффициентами, формула Коши для нестационарных систем.

нарных линейных систем.

8. Общая теория дифференциальных уравнений.

Существование и единственность решения задачи Коши (теорема Пикара-Линделефа). Непрерывная зависимость решений дифференциальных уравнений от начальных условий и правых частей. Устойчивость стационарных и нестационарных систем дифференциальных уравнений.

9. Принцип сжимающих отображений и его применение.

Банахово пространство. Сжимающее отображение. Теорема Банаха о неподвижной точке сжимающего отображения. Применение принципа сжимающих отображений к решению СЛАУ и интегральных уравнений второго рода. Метод резольвент.

10. Компактные множества и компактные операторы.

Компактные множества в конечномерных и бесконечномерных пространствах. Компактные операторы в банаховых пространствах. Компактность интегрального оператора. Разрешимость уравнений второго рода с компактным оператором. Теоремы Фредгольма.

11. Методы решения задачи Коши для дифференциальных уравнений с частными производными.

Корректная постановка задачи Коши. Метод характеристик для решения задачи Коши для волнового уравнения. Метод Римана. Метод интегральных преобразований для решения задачи Коши для уравнения теплопроводности.

12. Дифференциальные модели. Постановка краевых задач для дифференциальных уравнений с частными производными.

Постановка краевых задач для волнового уравнения. Постановка краевых задач для уравнения теплопроводности. Уравнение Лапласа и Пуассона. Задача Дирихле, задача Неймана. Метод Фурье для решения смешанных задач.

13. Задачи для уравнений эллиптического типа.

Гармонические функции, их свойства. Фундаментальное решение для уравнения Лапласа. Объемный и поверхностный потенциалы. Принцип максимума для гармонических функций, корректность краевых задач для уравнения Пуассона. Формулы Грина для гармонических функций. Функция Грина.

14. Понятие о вероятности. Случайные величины, их распределения вероятностей и числовые характеристики.

Простейшие вероятностные модели. Формулы полной вероятности и Байеса. Понятие случайной величины. Функция распределения и ее свойства. Независимость случайных величин. Числовые характеристики случайных величин.

15. Статистические оценки параметров, их свойства и методы построения.

Понятие и свойства статистических оценок. Интервальное оценивание параметров. Метод моментов. Метод максимального правдоподобия.

16. Основные понятия теории случайных процессов.

Основные характеристики случайных процессов. Процессы с независимыми приращениями. Цепи Маркова. Стационарные случайные процессы.

17. Булевы функции и их представления.

Понятие булевой функции. Реализация булевых функций формулами. Совершенные дизъюнктивная и конъюнктивная нормальные формы, полином Жегалкина. Замкнутые классы и полнота систем булевых функций. Важнейшие замкнутые классы булевых функций (классы функций, сохраняющих константы, классы самодвойственных, линейных и монотонных функций). Критерий полноты и примеры полных систем булевых функций.

18. Графы. Основные классы графов.

Определение графа. Способы задания графов. Изоморфизм графов. Деревья и их свойства. Двудольные графы и критерий двудольности. Плоские и планарные графы. Формула Эйлера. Гомеоморфные графы. Критерий планарности Понтрягина – Куратовского. Эйлеровы графы и критерий эйлеровости. Гамильтоновы циклы и цепи. Достаточные условия гамильтоновости графов. Раскраска графа. Хроматическое число и хроматический многочлен.

19. Алгоритмы и рекурсивные функции.

Классические модели алгоритмов: Машины Тьюринга и частично рекурсивные функции. Тезис Тьюринга. Операции суперпозиции, примитивной рекурсии и минимизации. Частично рекурсивные функции. Эквивалентность понятий функций, вычислимых по Тьюрингу, и частично рекурсивных функций (Теорема о классах \mathcal{C} и \mathcal{T}). Детерминированные и недетерминированные машины Тьюринга (одноленточные и k -ленточные). Временная сложность машин Тьюринга. Представление о классах P и NP . Проблема $P \stackrel{?}{=} NP$. Полиномиальная сводимость и NP -полные проблемы.

20. Численные методы решения нелинейных уравнений, систем и задач оптимизации.

Итерационные методы решения нелинейных уравнений и систем: метод простой итерации, метод Ньютона и его видоизменения. Градиентные методы и метод Ньютона для решения задач нелинейной оптимизации.

21. Приближение функций. Основные способы приближения функций и соответствующие алгоритмы.

Существование и единственность элемента наилучшего приближения в линейных нормированных пространствах. Наилучшее среднеквадратичное при-

ближение. Интерполирование: основные представления интерполяционного многочлена и остатка интерполирования. Сплайн-приближения.

22. Приближенное вычисление интегралов.

Основные типы квадратурных формул: интерполяционные квадратуры, квадратуры наивысшей алгебраической степени точности. Практическая оценка погрешности квадратур. Простейшие кубатурные формулы.

23. Методы численного решения начальных и граничных задач для обыкновенных дифференциальных уравнений.

Одношаговые (Рунге-Кутта) и многошаговые (Адамса) методы решения начальной задачи, их простейшие характеристики. Правило Рунге практической оценки погрешности. Методы решения граничных задач: основанные на сведении к начальной задаче, проекционные, сеточные.

24. Численные методы для уравнений математической физики.

Простейшие разностные схемы для основных типов уравнений математической физики (теплопроводности, колебаний, Пуассона): построение, исследование свойств (аппроксимация, устойчивость), реализация. Экономичные разностные схемы для многомерных задач.

25. Симплекс-метод как основной метод решения задач линейного программирования.

Постановка задачи линейного программирования. Геометрическая интерпретация симплекс-метода. Базисный план. Потенциалы, оценки. Критерий оптимальности. Двойственная задача к канонической и нормальной формам. Теоремы двойственности. Физический смысл двойственных переменных.

26. Метод множителей Лагранжа в нелинейном и выпуклом программировании.

Постановка задачи нелинейного программирования со смешанными ограничениями. Понятие регулярного (нормального) плана. Функция Лагранжа (классическая). Классическое правило множителей Лагранжа. Выпуклые функции и множества. Задача выпуклого программирования. Седловая точка. Теорема Куна-Таккера. Условия Куна-Таккера в случае дифференцируемых функций.

27. Бесконечномерные экстремальные задачи.

Постановка основной задачи вариационного исчисления. Сильная и слабая минимали. Условия Эйлера в дифференциальной форме. Условие Лежандра-Клебша. Присоединенная задача о минимуме. Условие Якоби. Достаточные условия слабой минимали.

28. Экстремальные задачи на графах, способы решения.

Задача о максимальном потоке: основные понятия (стационарного потока и разреза), теорема о максимальном потоке, основные этапы алгоритма рас-

становки пометок. Задача о кратчайших путях, основные этапы алгоритмов Дейкстра и Флойда.

29. Математические модели конфликтных ситуаций и их анализ.

Классы игр. Определение матричной игры. Способы решения матричных игр. Основная теорема о разрешимости. Графический способ решения.

30. Модели и моделирование, их определение и роль.

Модели и моделирование. Роль моделирования в исследовании систем. Классификация моделей. Основные этапы метода математического моделирования. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент. Достоинства математического моделирования. Интегральные модели.

31. Постановка краевых задач в задачах моделирования (в физике и биологии).

Постановка начально-краевых задач при моделировании физических процессов под воздействием электромагнитного поля и биологических процессов для популяций особей. Определение диссипативных структур. Общая схема применения клеточных автоматов. Понятие и схема построения абстрактных эволюционных моделей.

32. Методы моделирования случайных элементов.

Базовые случайные величины (БСВ). Мультипликативный конгруэнтный метод и метод Макларена–Марсальи моделирования БСВ. Базовый алгоритм моделирования дискретной случайной величины. Методы моделирования непрерывных случайных величин (метод обратной функции, метод Неймана, метод суперпозиции). Оценка точности моделирования случайных величин на основе критериев Пирсона и Колмогорова.

33. Метод Монте – Карло и его применения.

Общая схема метода Монте – Карло. Вычисление интегралов методом Монте – Карло. Решение систем линейных алгебраических уравнений методом Монте – Карло. Решение обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений в частных производных методом Монте – Карло. Методы понижения дисперсии.

34. Уравнения Лагранжа второго рода.

Обобщенные координаты. Число степеней свободы. Обобщенные силы. Уравнения Лагранжа. Консервативные силы. Силовая функция. Кинетический потенциал системы. Уравнения Лагранжа для консервативных сил.

35. Основные типы данных в языках программирования и операции над ними.

Базовые типы данных и их характеристики. Простые и структурированные типы. Массивы. Записи. Строковые типы. Ссылочные типы. Классы и объ-

екты. Пользовательские типы данных. Совместимость типов. Приведение типов. Ввод-вывод данных. Операции над данными. Работа со статическими и динамическими данными. Хранение и обработка объектов. Коллекции. Интерфейсы коллекций.

36. Парадигмы программирования. Объектно-ориентированное программирование.

Функциональное и параллельное программирование. Классы и объекты. Жизненный цикл объекта. Типы отношений между классами. Основные принципы объектно-ориентированного программирования: инкапсуляция, наследование, полиморфизм. Переопределение методов и полиморфизм. Перегрузка методов. Виртуальные методы и абстрактные классы. Раннее и позднее связывание. Организация доступа к элементам класса. Конструкторы, деструкторы. Библиотеки классов. Интерфейсы. Основные типы данных в языках программирования и операции над ними.

37. Основные понятия компьютерных сетей. Принципы организации. Сетевые протоколы.

Цели создания компьютерных сетей. Интерфейсы. Проблемы связи нескольких компьютеров. Выбор физической топологии. Адресация узлов. Коммутация (Определение потоков, определение маршрутов, коммутация в транзитном узле, мультиплексирование и демультимплексирование). Классификации компьютерных сетей. Протокол. Межуровневый интерфейс. Стек протоколов. Модель и стек протоколов OSI и TCP/IP. Протоколы, используемые в сети Интернет: HTTP, FTP, POP, IMAP, SMTP и др.

38. Основные принципы построения и архитектура сети Интернет. Алгоритмы и протоколы внешней и внутренней маршрутизации.

Понятие Автономной системы. Цели и задачи маршрутизации. Дистанционно-векторные алгоритмы и алгоритмы состояния связей. Протоколы внутренней маршрутизации (RIP, OSPF, EIGRP), протокол внешней маршрутизации BGP.

39. Процессы и потоки.

Определения. Состояния потока. Диаграмма состояний потока. Планирование процессов в операционных системах. Алгоритмы планирования процессов: FCFS, SPN, RR, SRT.

40. Взаимодействие процессов.

Синхронизация потоков. Условная синхронизация, взаимное исключение. Каналы передачи данных. Передача сообщений между процессами, типы адресации процессов. Синхронный и асинхронный обмен данными.

41. Определение понятий «базы данных» и «СУБД».

Классификация СУБД по типам поддерживаемых моделей. Клиент-серверные и настольные СУБД. Фазы жизненного цикла системы обработки данных.

42. Проектирование БД. Реляционная модель базы данных. Нормализация данных, типы нормальных форм.

Ключи, требования к ключам. Функциональные зависимости. Нормализация данных, типы нормальных форм.

43. Язык SQL.

Составные части SQL: язык определения данных (DDL), язык манипуляции данными (DML). Понятие транзакции, операторы управления транзакциями.

44. Трудоемкость алгоритмов. Определение трудоемкости алгоритма на основе рекуррентных соотношений.

Понятие размерности задачи и трудоемкости алгоритма. Полиномиальные и экспоненциальные алгоритмы. Понятие рекуррентного соотношения и методы их решения. Оценка трудоемкости базовых алгоритмов поиска и внутренней сортировки на основе рекуррентных соотношений.

45. Организация поиска. Сбалансированные поисковые деревья. Хеш-таблицы. Базовые операции и их трудоемкость.

Структуры данных для выполнения словарных операций. Бинарные поисковые деревья. Инварианты сбалансированности. Сбалансированные поисковые деревья, поддержка инвариантов сбалансированности и их трудоемкость. Хеш-таблицы. Методы разрешения коллизий.

46. Базовые алгоритмы поиска на графах и их трудоемкость.

Способы задания графа (орграфа) в памяти компьютера. Алгоритмы поиска в глубину и ширину в графе и их приложения. Алгоритмы построения эйлерова цикла в эйлеровом графе. Алгоритмы построения кратчайших маршрутов. Алгоритмы построения минимального остовного дерева. Трудоемкость алгоритмов.

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Подготовка к государственному экзамену по специальности предполагает обзор и приведение в систему сведений и знаний, полученных студентами за время учебы в университете. Отвечая на вопросы государственного экзамена, студент должен продемонстрировать грамотное изложение соответствующего материала и свое видение того, какое место и значение занимает этот материал во всем комплексе полученных знаний.

Студентам создаются необходимые условия для подготовки к государственному экзамену. При подготовке к государственному экзамену следует пользоваться литературой, рекомендованной в учебных программах соответствующих учебных дисциплин, методическими материалами кафедр, размещенными в открытом доступе на сайте факультета (учебные пособия, курсы лекций, мультимедийные презентации, методические указания, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.).

Представленная Программа подготовки к государственному экзамену по специальности помимо экзаменационных вопросов содержит пояснения, которые носят рекомендательный характер. Студент вправе изложить свое понимание экзаменационного вопроса и свой личный взгляд на структуру и содержание ответа на данный вопрос. Экзаменационные билеты будут содержать только вопросы.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Ахо, А.В.* Структуры данных и алгоритмы / А.В. Ахо, Д.Э. Хопкрофт, Д.Д. Ульман. : Учеб. пособие/ пер. с англ. М. : Вильямс, 2000. – 384 с.
2. *Богданов, Ю.С.* Лекции по математическому анализу. – Мн.: изд-во БГУ, 1974, 1978. – Ч.1-2.
3. *Богданов, Ю.С.* Математический анализ / Ю.С. Богданов, О.А. Кастрица, Ю.Б. Сыроид – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 351 с.
4. *Богданов, Ю.С.* Дифференциальные уравнения / Ю.С. Богданов, Ю.Б. Сыроид – Мн.: Выш. школа, 1983. – 239 с.
5. *Богданов, Ю.С.* Курс дифференциальных уравнений / Ю.С. Богданов, С.А. Мазаник, Ю.Б. Сыроид – Мн.: Университетское, 1996. – 287 с.
6. *Вагнер Г.* Основы исследования операций: в 3-х томах. М.: Мин, 1972-73. – 335 с., – 487 с., – 501 с.
7. *Вентцель, Е.С.* Исследование операций. М.: Сов. Наука, 1972. – 550 с.
8. *Воеводин, В.В.* Параллельные вычисления / В.В. Воеводин, Вл.В. Воеводин. СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 608 с.
9. *Воробьев, Н.Н.* Теория игр. Ленинград: ЛГУ, 1975. – 324.
10. *Габасов, Р.* Методы оптимизации. Учебное пособие / Р. Габасов, Ф.М. Кириллова, В.В. Альсевич, А.И. Калинин, В.В. Крахотко, Н.С. Павленок. – Минск: Изд-во «Четыре четверти», 2011. – 472 с.

11. *Гамма, Э.* Приемы объектно-ориентированного проектирования. Паттерны проектирования / Гамма Э., Хелм Р., Джонсон Р., Влиссидс Дж. – СПб.: Питер, 2007. – 366 с. – (Серия "Библиотека программиста").
12. *Дегтярев, Ю.И.* Исследование операций. М.: Высшая школа, 1986. – 319с.
13. *Дейт, К.Дж.* Введение в системы баз данных – 8-е изд. – М.: Вильямс, 2006. – 1328 с.
14. *Демидович, Б.П.* Сборник задач и упражнений по математическому анализу. М.: Наука, 1998. – 624с.
15. *Емеличев, В.А.* Лекции по теории графов/ В.А. Емеличев, О.И. Мельников, В.И. Сарванов, Р.И. Тышкевич. – М.: Наука, 1990. – 383 с.
16. *Зорич, В. А.* Математический анализ. М.: Наука, 1997, 1998. – Ч.1-2
17. *Игошин В.И.* Теория алгоритмов: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / В.И. Игошин. ИНФРА-М, 2012. – 318 с.
18. *Ильин, В.А.* Математический анализ / В.А. Ильин, В.А. Садовничий, Бл.Х. Сендов. – М.: изд-во Моск. ун-та, 1985, 1987. – Ч.1–2.
19. *Иржавский, П.А.* Теория алгоритмов: учеб. пособие / П.А. Иржавский, В.М. Котов, А.Ю. Лобанов, Ю.Л. Орлович, Е.П. Соболевская – Минск : БГУ, 2013. – 159 с.
20. *Кормен, Т.* Алгоритмы : построение и анализ/ Т. Кормен, Ч. Лейзерсон, Р. Ривест, К. Штайн. М. : Вильямс, 2005. 1296 с.
21. *Котов, В. М.* Алгоритмы и структуры данных: учеб. пособие / В.М. Котов, Е.П. Соболевская, А.А. Толстиков – Минск : БГУ, 2011. – 267 с. – (Классическое университетское издание).
22. *Краснов, М.Л.* Функции комплексного переменного. Операционное исчисление. Теория устойчивости. / М.Л. Краснов, А.И. Киселёв, Г.И. Макаренко – М.: Наука, 1981. – 303с.
23. *Крылов, В.И.* Вычислительные методы высшей математики / В.И. Крылов, В.В. Бобков, П.И. Монастырский – Мн.: Выш. школа, 1972.– 594 с.
24. *Крылов, В.И.* Вычислительные методы / В.И. Крылов, В.В. Бобков, П.И. Монастырский – Том 1, М.: Наука, 1972.– 594 с.
25. *Кудрявцев, Л.Д.* Курс математического анализа. М.: Высш. шк.: 1988, 1988, 1989.– Т.1-3.
26. *Липский, В.* Комбинаторика для программистов. – М.: Мир, 1988. – 214с.
27. *Лиходед, Н.А.* Методы распараллеливания гнезд циклов: курс лекций. - Минск : БГУ, 2008. – 100 с.
28. *Олифер, В.* Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы / В. Олифер, Н. Олифер – 4-е изд. – СПб.: Питер, 2014. – 944 с. – (Серия «Классика computer science»).
29. *Пападимитриу, Х.* Комбинаторная оптимизация: Алгоритмы и сложность/ Х. Пападимитриу, К. Стайглиц. – М.: Мир, 1971. – 512 с.
30. *Размыслович, Г.П.* Геометрия и алгебра / Г.П. Размыслович, М.М. Феденя, В.М. Ширяев – Мн.: Университетское, 1987.– 350 с.

31. *Размыслович, Г.П.* Сборник задач по геометрии и алгебре / Г. П. Размыслович, М.М. Феденя, В.М. Ширяев – Мн.: Университетское, 1999. – 384 с.
32. *Рейнгольд, Э.* Комбинаторные алгоритмы теория и практика/ Э. Рейнгольд, Ю. Нивергельт, Н. Део. – М.: Мир, 1980. – 476 с.
33. *Сидоров, Ю.В.* Лекции по теории функций комплексного переменного / Ю.В. Сидоров, М.В. Федорюк, М.И. Шабунин. – М.: Наука, 1989. – 408с.
34. *Стенли, Р.* Перечислительная комбинаторика. М.: Мир, 1990. – 440 с.
35. *Танаев, В.С.* Введение в теорию расписаний / В.С. Танаев, В.В. Шкурба – М.: Наука, 1975.– 256 с.
36. *Таненбаум, Э.* Современные операционные системы – 3-е изд. – СПб.: Питер, 2010. – 1120 с. – (Серия «Классика computer science»).
37. *Таненбаум, Э.* Компьютерные сети / Э. Таненбаум, Д. Уэзеролл – 5-е изд. – СПб.: Питер, 2014. – 960 с. – (Серия "Классика computer science").
38. *Таха, Х. А.* Введение в исследование операций. М., СПб., Киев: Изд. дом Вильямс, 2001. – 911 с.
39. *Тер-Крикоров, А.М.* Курс математического анализа / А.М. Тер-Крикоров, М.И. Шабунин – М.: Наука, 1997. – 720с.
40. *Тышкевич, Р.И.* Линейная алгебра и аналитическая геометрия / Р.И. Тышкевич, А.С. Феденко – Мн.: Выш. школа, 1976. – 544 с.
41. *Форд, Л.* Потоки в сетях / Л. Форд, Д. Фалкерсон – Мир, 1966.– 276 с.
42. *Харин, Ю.С.* Математическая и прикладная статистика / Ю.С. Харин, Е.Е. Жук – Мн.: БГУ, 2005. – 279 с.
43. *Харин, Ю.С.* Теория вероятностей / Ю.С. Харин, Н.М. Зуев – Мн.: БГУ, 2004. – 199 с.
44. *Ширяев А.Н.* Вероятность. В 2-х кн. – Москва: МЦНМО, 2004. – 928 с.
45. *Яблонский С.В.* Введение в дискретную математику. – М.: Наука, 1979. – 272 с.