Аннотация государственной итоговой аттестации
Б3.Б.01(Г) Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена
 Направление подготовки 02.03.03 Математическое обеспечение и
 администрирование информационных систем
 Направленность (профиль) / специализация Технология программирования

Курс 4. Семестр 8. Общая трудоёмкость подготовки к сдаче и сдачи государственного экзамена составляет 3 зач. ед.

Цель государственного экзамена: определение соответствия результатов освоения обучающимися основной образовательной программы требованиям федерального государственного образовательного стандарта и установление уровня подготовки выпускника к выполнению профессиональных задач и соответствия его подготовки требованиям ФГОС ВО, комплексная оценка полученных за период обучения знаний, умений и навыков в области математики и информационных технологий.

Задачи государственного экзамена:

- оценка уровня полученных выпускником знаний и умений;
- оценка уровня сформированности приобретенных выпускником общекультурных и профессиональных компетенций

Место государственного экзамена в структуре ООП ВО:

Государственная итоговая аттестация призвана определить степень сформированности компетенций - теоретические знания и практические навыки выпускника в соответствии с компетентностной моделью.

В частности, проверяется обладание выпускниками компетенциями в области следующих предусмотренных образовательным стандартом видов профессиональной деятельности:

- научно-исследовательской;
- проектно-конструкторской;
- организационно-управленческой;
- эксплуатационно-управленческой.

Требования к уровню освоения дисциплины

По итогам ГИА проверяется степень освоения выпускником компетенций:

Код компетенции	Наименование компетенции	Результаты освоения ООП
ОК 1	способностью использовать основы философских знаний для формирования мировоззренческой позиции;	Знать: фундаментальные философские категории процессов познания и представления знаний в картине мира
		Уметь: использовать различные методы процесса познания и моделирования содержания областей знаний
		Владеть: приёмами онтологического и гносеологического анализа профессиональных проблем
ОК 2	способностью анализировать основные этапы и закономерности исторического развития общества для формирования	Знать: фундаментальные законы развития социальных и политических систем
		Уметь: применять знания об окружающем мире и процессах его развития для формирования гражданской позиции

	гражданской позиции;	Владеть: методами анализа и синтеза представлений и моделей
ОК 3	способностью использовать основы экономических знаний в различных сферах жизнедеятельности;	Знать: понятия и принципы функционирования экономических систем
		Уметь: учитывать модели и законы в профессиональной деятельности
		Владеть: методами работы с экономическими атрибутами в профессиональной деятельности и личной жизни
ОК 4	способностью использовать основы правовых знаний в различных сферах жизнедеятельности;	Знать: основы правовой системы и обязанности, функции органов правосудия
		Уметь: применять нормы законодательства при осуществлении профессиональной деятельности
		Владеть: схемами использования существующей правовой системы для обеспечения правовой защиты
ОК 5	способностью к коммуникации в устной и письменной формах на русском и иностранном языках для решения задач межличностного и межкультурного взаимодействия;	Знать: грамматику и словари русского и иностранных языков для осуществления полнофункциональной коммуникации.
		Уметь: использовать богатства разговорных языков для достижения требуемой точности при коммуникациях в профессиональной деятельности
		Владеть: приёмами формулирования мыслей в понятной и доступной форме
ОК 6	способностью работать в команде, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия;	Знать: модели и методы коммуникации в коллективах и социальных группах, обеспечивающих достижение сбалансированности и гармонизации отношений и совместной деятельности
		Уметь: применять принципы уважительного отношения, умения работать в команде в повседневной и профессиональной деятельности
		Владеть: Способами предупреждения, прогнозирования, предупреждения и преодоления проблем, связанных с различиями в коллективе
ОК 7	способностью к самоорганизации и самообразованию;	Знать: различные источники информации, включая сетевые ресурсы сети Интернет, для решения профессиональных и социальных задач
		Уметь: самостоятельно анализировать и оценивать новую информацию; планировать и осуществлять свою

		<p>деятельность с учетом результатов этого анализа</p> <p>Владеть: методологией и навыками получения новых знаний</p>
ОК 8	<p>способностью использовать методы и средства физической культуры для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности;</p>	<p>Знать: законы физической и ментальной природы человека, принципы здорового и репродуктивного образа жизни</p> <p>Уметь: организовывать собственную деятельность, обеспечивающую гибкое и сбалансированное использование собственного потенциала и возможностей</p> <p>Владеть: методами повышения физического и умственного потенциала</p>
ОК 9	<p>способностью использовать приёмы первой помощи, методы защиты в условиях чрезвычайных ситуаций.</p>	<p>Знать: модели и методы предупреждения и преодоления чрезвычайных ситуаций</p> <p>Уметь: применять знания о поведении в чрезвычайных ситуациях и оказании первой помощи</p> <p>Владеть: опытом оказания первой помощи, планирования и реализации моделей поведения в чрезвычайных ситуациях</p>
ОПК 1	<p>способностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности;</p>	<p>Знать: основы классификации и индексации информационных ресурсов в информационных системах разных типов, типы и механизмы угроз, связанных с информационной безопасностью</p> <p>Уметь: реализовывать эффективный поиск информационных ресурсов в разных средах</p> <p>Владеть: приёмами получения доступа к внешней информации, в профессиональной деятельности, распространения собственных ресурсов с учётом требований информационной безопасности</p>
ОПК 2	<p>способностью применять в профессиональной деятельности знания математических основ информатики;</p>	<p>Знать: инварианты и свойства базовых математических моделей и систем, алгоритмы и схемы трансформации моделей в прикладные системы</p> <p>Уметь: использовать знания специальных математических систем для эффективного решения профессиональных задач</p> <p>Владеть: методологией организации и управления трансформациями атрибутов логико-математических моделей в модели</p>

		информационных систем
ОПК 3	готовностью анализировать проблемы и направления развития технологий программирования;	Знать: модели и законы развития сложных информационных и программных систем
		Уметь: использовать модели, законы и алгоритмы развития информационных и программных систем в профессиональной деятельности
		Владеть: технологиями анализа процессов развития отрасли профессиональной деятельности
ОПК 4	способностью применять в профессиональной деятельности основные методы и средства автоматизации проектирования, производства, испытаний и оценки качества программного обеспечения;	Знать: критерии и способы оценивания качества программного обеспечения, технологий работы с ПО
		Уметь: решать задачи автоматизации процессов разработки информационных систем и процессов в них, выбора подходящих программных платформ и инструментальных систем
		Владеть: методами оценивания и принятия решений при разработке программного обеспечения для информационных систем
ОПК 5	владением информацией о направлениях развития компьютеров с традиционной (нетрадиционной) архитектурой; о тенденциях развития функций и архитектур проблемно-ориентированных программных систем и комплексов;	Знать: существующие и разрабатываемые архитектуры компьютеров, особенности развития технологий и перспективы их изменения
		Уметь: классифицировать программные системы и комплексы по направлениям использования; формировать обзор тенденций развития компьютерной техники;
		Владеть: методологией построения моделей компьютера с традиционной и нетрадиционной архитектурой, компьютерных сетей по заданным параметрам
ОПК 6	способностью определять проблемы и тенденции развития рынка программного обеспечения;	Знать: тенденции развития рынка программного обеспечения; законодательство в области защиты интеллектуальной собственности и программного обеспечения; тенденции развития технологий создания программного обеспечения; стандарты и требования к программному обеспечению, стандарты оценки программных средств

		<p>Уметь: составлять договора на разработку и передачу программного продукта; лицензионные договора на использование программных продуктов; проводить маркетинговые исследования на рынке программного обеспечения</p> <p>Владеть: методологией распространения и реализации программных систем, навыками навыками в области защиты авторских прав на программные продукты.</p>
ОПК 7	<p>способностью использовать знания основных концептуальных положений функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования, методов, способов и средств разработки программ в рамках этих направлений;</p>	<p>Знать: порождающие принципы функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования, технологии разработки программ в рамках этих направлений</p> <p>Уметь: использовать средства разработки программ в рамках функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального направлений программирования в профессиональной деятельности, выбирать, оценивать и анализировать пути применения языков и средств программирования для решения профессиональных задач</p> <p>Владеть: Методологией и навыками функционального, логического, объектно-ориентированного и визуального программирования, методов, способов и средств разработки программ в рамках этих направлений. способностью анализировать и оценивать применимость языков и средств программирования для решения профессиональных задач</p>
ОПК 8	<p>способностью использовать знания методов проектирования и производства программного продукта, принципов построения, структуры и приемов работы с инструментальными средствами , поддерживающими</p>	<p>Знать: Методы проектирования и производства программного продукта, инструментальные средства, поддерживающие создание программного обеспечения</p> <p>Уметь:Использовать знания методов проектирования и производства программного продукта, принципов построения, структуры и приемов работы с инструментальными средствами, поддерживающими ПО</p>

	создание программного обеспечения;	Владеть: Инструментальными средствами, поддерживающими создание ПО
ОПК 9	способностью использовать знания методов организации работы в коллективах разработчиков ПО, направления развития методов и программных средств коллективной разработки ПО;	Знать: теоретические модели организации работы в коллективах разработчиков ПО, направления развития методов и программных средств коллективной разработки. современные технологии программного обеспечения, принципы реинжиниринга программных систем
		Уметь: организации работ по созданию программных продуктов, предлагать варианты управления версиями разработки, обеспечить организацией коллектива разработчиков; документировать документировании разрабатываемого ПО
		Владеть: приёмами практической работы в разных программных технология, в том числе совместно, программной технологии. планирования, тестирования, проведения оценки качества программного обеспечения
ОПК 10	способностью использовать знания методов архитектуры, алгоритмов функционирования систем реального времени;	Знать: основные модели систем реального времени и их свойства
		Уметь: сравнивать, оценивать достоинства и недостатки систем реального времени, синтезировать требования к таким системам
		Владеть: методологией проектирования, оптимизации и применения систем реального времени
ОПК 11	готовностью использовать навыки выбора, проектирования, реализации, оценки качества и анализа эффективности программного обеспечения для решения задач в различных предметных областях.	Знать: модели жизненных циклов программного обеспечения и их свойства, технологии разработки программного обеспечения
		Уметь: оценивать качество программного обеспечения
		Владеть: навыками реализации, оценки качества и анализа эффективности программного обеспечения для решения задач в произвольных профессиональных областях

ПК 1	готовностью к использованию метода системного моделирования при исследовании и проектировании программных систем.	<p>Знать: фундаментальные принципы моделирования; математические системы и методы для событий, случайных величин и процессов; классификацию и концепцию математической модели, процессы и типы компьютерного и имитационного моделирования; методы оптимизации сложных систем, проверки корректности моделей.</p>
		<p>Уметь: научной литературой в области компьютерного моделирования; применять методы извлечения данных и знаний; моделировать случайные факторы, выбор эффективных методов моделирования; оценивать корректность и правильность моделей</p>
		<p>Владеть: Методологией построения моделей предметных областей, выбора эффективных методов моделирования, алгоритмизации на специализированном языке компьютерного моделирования (универсальном языке программирования), разработки, отладки и тестирования программ. планировать проведение компьютерного моделирования, системного моделирования. правильной интерпретации результатов имитационного и компьютерного моделирования и использования их для достижения профессиональных целей</p>
ПК 2	готовностью к использованию основных моделей информационных технологий и способов их применения для решения задач в предметных областях;	<p>Знать: подходы к моделированию АСУ и ИС; способы применения моделей ИТ для решения прикладных задач; основы управления проектами; жизненный цикл ПО и ИС</p>
		<p>Уметь: формализовывать постановки задач, проводить основные этапы моделирования при построении ПО и ИС, применять и развивать модели, разработанные при решении задач проектирования АСУ и ИС</p>
		<p>Владеть: навыками использования основных моделей информационных технологий и способов их применения для решения задач в предметных областях</p>

ПК 3	готовностью к разработке моделирующих алгоритмов и реализации их на базе языков и пакетов прикладных программ моделирования.	Знать: Основные принципы разработки моделирующих алгоритмов, современные языки программирования, основные пакеты прикладных программ моделирования
		Уметь: Разрабатывать моделирующие алгоритмы и реализовывать их на базе языков программирования и пакетов прикладных программ моделирования
		Владеть: Современными языками программирования и пакетами прикладных программ моделирования
ПК 4	способностью к выбору архитектуры и комплексирования современных компьютеров, систем, комплексов и сетей системного администрирования.	Знать: архитектуру и состав современных компьютеров, систем комплексов программ, сетей и систем администрирования; принципы организации работы по администрированию современных ИАИС, структуры жизненных циклов и тенденции развития систем комплексов программ, сетей и систем администрирования
		Уметь: организовать работу по управлению и администрированию систем комплексов программ, сетей и систем администрирования; проводить обучение навыкам работы с системами комплексов программ, сетями и системами администрирования
		Владеть: приемами выбора архитектуры и комплексирования современных компьютеров, систем, комплексов и сетей системного администрирования, моделями работы в команде по построению и разработке ИС и ПО
ПК 5	готовностью к использованию современных системных программных средств: операционных систем, операционных и сетевых оболочек, сервисных программ.	Знать: Способы построения современных операционных систем, операционных и сетевых оболочек, сервисных программ
		Уметь: При решении конкретных задач профессионально грамотно использовать свойства данной операционной системы или оболочки
		Владеть: Навыками практической работы в рамках современных операционных систем и оболочек

Содержание (вопросы) государственного экзамена

1. Операторы цикла (с предусловием, с постусловием).
2. Регулярные типы. Примеры обработки одномерных массивов.
3. Основы создания оконных приложений на Java.

4. Обработка исключений в Java.
5. Граф «операции и операнды» и возможности распараллеливания вычислений, минимально возможное время выполнения параллельного алгоритма. Определения понятий: ускорение и эффективность параллельного алгоритма, стоимость вычислений, стоимостно-оптимальный алгоритм. Закон Амдала. Закон Густавсона – Барсиса. Понятие масштабируемого алгоритма.
6. Определение понятий: параллельные вычисления, суперкомпьютер, кластер. Классификация Флинна (SISD, SIMD, MISD, MIMD), понятие мультипроцессоров и мультикомпьютеров. Обзор решаемых задач и сравнение возможностей технологий параллельного программирования OpenMP и MPI.
7. Алгоритмы сортировки (сортировка выборов, челночная сортировка, сортировка подсчетом и др.).
8. Структура и форматы команд: «регистр – регистр», «регистр – память», «регистр – непосредственный операнд», «память – непосредственный операнд».
9. Команда сравнения. Команды условного перехода. Схема реализации условного оператора. Схемы реализации циклов типа While и Repeat.
10. Архитектура ОС на основе микроядра, состав и функции основных модулей.
11. Особенности алгоритмов планирования, основанных на приоритетах.
12. Сетевые операционные системы.
13. Основные функции системного администратора.
14. Ресурс панели диалога. Модальные и немодальные панели диалога.
15. Интерфейс графических устройств GDI. Контекст устройства. Графические примитивы.
16. Схема работы HTTP, формат запроса и ответа, методы запросов, основные заголовки запроса и ответа, коды статуса ответа.
17. Безопасность веб-приложений. Уязвимости веб-приложений CrossSiteScripting (XSS), SQL-Injection, CrossSiteRequestForgery (CSRF), Include-уязвимости, примеры. Правила написания безопасного кода для веб-приложений.
18. Классы. Понятие класса, тип class. Методы класса. Ключевое слово this. Поля public, protected, private. Отличия классов от структур.
19. Основные принципы объектно-ориентированного программирования (абстракция, инкапсуляция, наследование, полиморфизм). Делегаты и события, привести примеры.
20. Важнейшие каталоги файловой системы Linux и их назначение.
21. Внутренняя архитектура Linux.
22. Таблицы. Их виды, создание, уничтожение и изменение. Временные таблицы. Представления.
23. Управление таблицами (команда ALTER TABLE). Команды манипулирования данными (INSERT, UPDATE, DELETE).
24. Базовые операторы языков C/C++. Условный (if) и множественного выбора (switch). Порядок вычисления математических выражений. Пре- и пост- инкремент, и декремент.
25. Статистическая и динамическая память в C++, операторы new/delete (new[], delete[]).
26. Организация учета затрат на производство в программе «1С: Бухгалтерия 3.0».
27. Учет расчетов с персоналом по оплате труда в программе «1С: Бухгалтерия 3.0»:

28. учет кадров, начисление и выплата заработной платы.
29. Основные алгоритмы синхронизации времени в распределенных вычислениях, их характеристики.
30. Парадоксы времени при распределенном моделировании. Разница между консервативным и оптимистическим управлением времени.
31. Основные понятия и этапы компьютерного моделирования.
32. Языки и системы моделирования. Критерии выбора.
33. Симметричные системы защиты информации. Примеры.
34. Асимметричные системы защиты информации. Примеры.
35. Системы защиты информации на основе проблемы рюкзака.
36. Деревья двоичного поиска. Обход дерева.
37. Анализ сложности алгоритмов. Функция сложности, сложность данных. Минимальная, максимальная и средняя оценки сложности.
38. Анализ сложности рекурсивных алгоритмов. Линейная рекурсия, нелинейная рекурсия, рекуррентные уравнения.
39. Комбинаторные правила и структуры.
40. Дизъюнктивные нормальные формы. Минимизация ДНФ.
41. Пути и циклы в графах.
42. Устойчивость графов. Хроматические графы.
43. Детерминированные конечные автоматы. Недетерминированные конечные автоматы. Эквивалентность ДКА и НДКА.
44. Лемма о накачке для регулярных языков.
45. Контекстно-свободные грамматики. Эквивалентность МП-автоматов и КС-грамматик.
46. Интеллектуальные агенты. Модели агентов, определение рационального агента и функции агентов. Примеры применения моделей агентов в ИИ.
47. Определение и примеры применений универсальных моделей представления знаний: семантические сети, фреймы, продукционные системы и логические модели.
48. Определение, этапы построения и примеры применения онтологии.
49. Модель «Сущность-связь». Сущности. Связи. Атрибуты. Ключи. Их виды. Миграция ключей.
50. Нормализация. 1НФ, 2НФ, 3НФ, НФБК, 4НФ. Правила приведения к нормальным формам.
51. Формула Тейлора.
52. Достаточное условие экстремума функций одной переменной.
53. Признак Даламбера сходимости числового ряда.
54. Критерий Коши сходимости последовательности.
55. Инварианты и полуинварианты кривых второго порядка.
56. Корневые подпространства. Высота корневого вектора. Теорема о соответствии комплексно-сопряженных корней характеристического уравнения линейного оператора и двумерных инвариантных подпространств этого оператора.
57. Собственные векторы и собственные значения линейного оператора. Свойства собственных векторов.
58. Векторное произведение двух векторов. Свойства векторного произведения. Вычисление векторного произведения через координаты векторов.
59. Метод Фурье решения задачи о свободных колебаниях струны с закрепленными

концами.

60. Принцип максимума для уравнения теплопроводности и следствия из него.
61. Интерполяционный полином Лагранжа. Погрешность интерполяции.
62. Итерационные методы решения систем линейных алгебраических уравнений. Достаточные условия сходимости.
63. Выпуклые функции.
64. Теорема Куна – Таккера.
65. Формула Бернулли. Теорема Пуассона.
66. Формула полной вероятности. Формула Байеса.
67. Выборочное среднее, свойства. Теорема об абсолютной корректности средней.
68. Статистическая проверка гипотез. Гипотезы о равенстве выборочных средних, дисперсий.
69. Матричные игры и их сведение к задачам линейно программирования.
70. Геометрический смысл симплекс-метода.
71. Принцип сжимающих отображений.
72. Ряды Фурье в Гильбертовом пространстве. Равенство Парсеваля.
73. Линейные дифференциальные уравнения n -го порядка с постоянными коэффициентами. Построение общего решения однородного уравнения. Нахождение частного решения неоднородного уравнения методом вариаций произвольных постоянных и методом неопределенных коэффициентов.
74. Устойчивость решения системы дифференциальных уравнений по Ляпунову. (Определение. Сведение исследования устойчивости ненулевого решения, к исследованию ненулевого решения. Лемма Ляпунова. Теорема Ляпунова об устойчивости по первому приближению).
75. Краевые задачи. (Альтернатива Фредгольма. Функция Грина и её свойства. Теорема о свойствах собственных значений и собственных функций линейной краевой задачи).

Вид аттестации: экзамен

Литература:

1. Эльсгольц, Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление / Л.Э. Эльсгольц. - б.м. : б.и., б.г.. - 425 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=455165>
2. Феллер, В. Введение в теорию вероятностей и ее приложения / В.Феллер ; пер. с англ. Р.Л. Добродушина, А.А. Юшкевич, С.А. Молчанова ; под ред. А.Н. Колмогорова. - Изд. 2-е. - Москва : Мир, 1967. - Т. 1. - 496 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=458324> .
3. Демидович, Б.П. Основы вычислительной математики / Б.П. Демидович, И.А. Марон ; под ред. М.М. Горячей. - Изд. 3-е, испр. - Москва : Главная редакция физико-математи URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456947>
4. Александров, П.С. Лекции по аналитической геометрии, дополненные необходимыми сведениями из алгебры : учебник / П. С. Александров. - Москва : Наука, 1968. - 912 с. [Электронный ресурс].– URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=472716>

5. Калиткин, Н.Н. Численные методы / Н.Н. Калиткин ; под ред. А.А. Самарского. - Москва : Наука, 1978. - 512 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=456957>
6. Березин, Б.И. Начальный курс С и С++ : учебное пособие / Б.И. Березин, С.Б. Березин. - Москва : Диалог-МИФИ, 2012. - 280 с. : ил.,табл. - Библиогр.: с. 277. - ISBN 5-86404-075-4 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=448000>
7. Маклаков, С.В. ВРwin и ERwin: CASE-средства разработки информационных систем / С.В. Маклаков. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : Диалог-МИФИ, 2001. - 306 с. : табл., схем., ил. - ISBN 5-86404-128-9 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=54754>
8. Гуляев, В.Д. Структура языка SQL / В.Д. Гуляев. - Москва : Лаборатория книги, 2012. - 93 с. : табл., схем. - ISBN 978-5-504-00054-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=142513>
9. Князьков, В.С. Введение в теорию графов / В.С. Князьков, Т.В. Волченская. - Москва : Интернет-Университет Информационных Технологий, 2008. - 69 с. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=234135>
10. Смирнов, В.И. Курс высшей математики : учебное пособие / В.И. Смирнов. - Изд. 10-е, стереотип. - Москва : Наука, 1974. - Т. 3. - Ч. 1. - 324 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=459811>
11. Богачёв, К.Ю. Основы параллельного программирования [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : Издательство "Лаборатория знаний", 2015. — 345 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/70745>
12. Алексеев, А.А. Основы параллельного программирования с использованием Visual Studio 2010 [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Москва : , 2016. — 331 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/100312>
13. Анিকেев, С.В. Разработка приложений баз данных в Delphi : самоучитель / С.В. Анিকেев, А.В. Маркин. - М. : Диалог-МИФИ, 2013 - 160 с. - https://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=229741&sr=1.
14. Гаврилов, А.В. Программирование на Java. Конспект лекций [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А.В. Гаврилов, С.В. Клименков, Е.А. Цопа. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : НИУ ИТМО, 2010. — 130 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/43547>
15. Белоцерковская, И.Е. Алгоритмизация. Введение в язык программирования С++ / И.Е. Белоцерковская, Н.В. Галина, Л.Ю. Катаева. - 2-е изд., испр. - Москва : Национальный Открытый Университет «ИНТУИТ», 2016. - 197 с. : ил. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428935>
16. Акулич, И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 352 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/2027>
17. Копылов, В.И. Курс дискретной математики [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 208 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1798>
18. Бахвалов, Н.С. Ч 7. Курош, А.Г. Лекции по общей алгебре / А.Г. Курош. - Москва : Гос. изд-во физико-математической лит., 1962. - 399 с. - ISBN 978-5-4458-4729-8 ;

То же [Электронный ресурс]. - URL:
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=220855>

19. Бибиков, Ю.Н. Курс обыкновенных дифференциальных уравнений [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2011. — 304 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/1542>

Автор Костенко К.И.