

Приложение № 59
к приказу №
от 09.06.23 № 54/1

ПРИНЯТО
на заседании кафедры
информатики ФМШ СФУ
Протокол № 10
от « 2 » 06 2023 г.

ПРИНЯТО
на заседании
Ученого совета
ФМШ СФУ
Протокол № 9
от « 5 » 06 2023 г.

УТВЕРЖДЕНО
Директор ФМШ СФУ
Е.А. Енгуразова
от « 09 » 06 2023 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПОДГОТОВКА К ПЕРЕЧНЕВЫМ ОЛИМПИАДАМ ПО
ИНФОРМАТИКЕ»
(2023–2024 гг.)**

Составитель:

Кучунова Е.В., канд. физ.-мат. наук, доцент базовой кафедры вычислительных и информационных технологий, Институт математики и фундаментальной информатики СФУ

Красноярск 2023

Настоящая рабочая программа разработана в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования и на основе требований к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования физико-математической школы-интерната ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет». Курс «Подготовка к перечневым олимпиадам по информатике» предлагается для обучающихся в 10-х классов в объеме 4 часов в неделю, всего 272 часов.

Важной задачей образования является работа с одаренными учащимися, их подготовка к предметным олимпиадам. Олимпиада по информатике занимает одно из ведущих мест, в связи с интенсивным развитием информационных технологий как в нашей стране, так и за рубежом. Участие в олимпиадах позволяет развивать творческие способности школьников и обеспечивает высокую мотивацию к образовательной деятельности.

Классическая олимпиада по информатике – это олимпиада по программированию, которая предполагает наличие обширных познаний в математике и языках программирования. Решение олимпиадных задач позволяет раскрыть творческий потенциал школьника во время подготовки к олимпиаде, учитывая возрастные особенности ребенка и перспективу его развития. Использование многоуровневых олимпиадных задач, позволяет школьникам применить свой творческий потенциал, независимо от уровня подготовки.

Основная цель курса: вовлечение учащихся в участие в олимпиадах по программированию разного уровня.

Основные задачи курса:

- 1) раскрыть значение программирования и суть профессии программиста,
- 2) ознакомление учащихся со средой и основами программирования на языке C++,
- 3) подготовить учащихся к практическому использованию полученных знаний при решении учебных задач, а затем профессиональной деятельности,
- 4) развитие навыков программирования алгоритмических структур;
- 5) развитие логического мышления учащихся;
- 6) развитие интеллекта учащихся.

Данная программа представляет большую практическую значимость с точки зрения совершенствования непрерывной работы с одаренными школьниками в рамках олимпиадного движения по информатике и школьного образования.

Образовательные результаты

Личностные результаты включают в себя:

в сфере гражданского воспитания:

- сформированность гражданской позиции обучающегося как активного и ответственного члена российского общества;
- принятие традиционных национальных, общечеловеческих гуманистических и демократических ценностей;
- представление о видах идентичности, актуальных для становления человечества и общества, для жизни в современном поликультурном мире;
- готовность противостоять идеологии экстремизма, национализма, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам;
- умение взаимодействовать с социальными институтами в соответствии с их функциями и назначением; готовность к гуманитарной и волонтерской деятельности;

в сфере патриотического воспитания:

- сформированность российской гражданской идентичности, патриотизма, уважения к своему народу, чувства ответственности перед Родиной, гордости за свою страну, свой край, свой язык и культуру, прошлое и настоящее многонационального народа России;

- ценностное отношение к государственным символам, историческому и природному наследию, памятникам, традициям народов России, достижениям России в науке, технологиях, труде;

в сфере духовно-нравственного развития:

- сформированность нравственного сознания, этического поведения, способность оценивать ситуации нравственного выбора и принимать осознанные решения, ориентируясь на морально-нравственные ценности и нормы современного российского общества;

- понимание значения личного вклада в построение устойчивого будущего;

- ответственное отношение к своим родителям, представителям старших поколений, осознание значения создания семьи на основе принятия ценностей семейной жизни в соответствии с традициями народов России;

- освоение гуманистических традиций и ценностей, уважение к личности, правам и свободам человека, культурам разных народов;

в сфере эстетического воспитания:

- представление об исторически сложившемся культурном многообразии своей страны и мира;

- эстетическое отношение к миру, современной культуре, включая эстетику быта, научного и технического творчества, спорта, трудовых, общественных отношений;

в сфере физического воспитания:

- осознание ценности жизни и необходимости ее сохранения;

- представление об идеалах гармоничного физического и духовного развития человека в исторических обществах и в современную эпоху;

в сфере трудового воспитания:

- понимание значения трудовой деятельности как источника развития человека и общества;

- уважение к труду и результатам трудовой деятельности человека;

- формирование интереса к различным сферам профессиональной деятельности;

- мотивация и способность к образованию и самообразованию на протяжении всей жизни;

в понимании ценности научного познания:

- сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития исторической науки и общественной практики, основанного на диалоге культур, способствующего осознанию своего места в поликультурном мире;

- осмысление значения истории как знания о развитии человека и общества, о социальном и нравственном опыте предшествующих поколений;

- совершенствование языковой и читательской культуры как средства взаимодействия между людьми и познания мира;

- овладение основными навыками познания и оценки событий прошлого с позиций историзма, готовность к осуществлению учебной проектно-исследовательской деятельности в сфере истории;

- приобщение к истокам культурно-исторического наследия человечества, интерес к его познанию за рамками учебного курса и школьного обучения.

Работа на программе способствует также развитию *эмоционального интеллекта* школьников, в том числе *самосознания* (включая способность осознавать роль эмоций в отношениях между людьми); *саморегулирования*, включающего самоконтроль, умение принимать ответственность за свое поведение, способность адаптироваться к

эмоциональным изменениям и проявлять гибкость, быть открытым новому; *внутренней мотивации*, включающей стремление к достижению цели и успеху, оптимизм, инициативность, умение действовать, исходя из своих возможностей; *эмпатии* (способность понимать другого человека, оказавшегося в определенных обстоятельствах); *социальных навыков* (способность выстраивать конструктивные отношения с другими людьми, регулировать способ выражения своих суждений и эмоций с учетом позиций и мнений других участников общения).

Метапредметные результаты включают в себя следующие умения:

1) в сфере универсальных учебных познавательных действий:

владение базовыми логическими действиями:

- формулировать проблему, вопрос, требующий решения;
- устанавливать существенный признак или основания для сравнения, классификации и обобщения;
- определять цели деятельности, задавать параметры и критерии их достижения;
- выявлять закономерные черты и противоречия в рассматриваемых явлениях;
- разрабатывать план решения проблемы с учетом анализа имеющихся ресурсов;
- вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям;

владение базовыми исследовательскими действиями:

- определять познавательную задачу; намечать путь ее решения и осуществлять подбор материала, объекта;
- владеть навыками учебно-исследовательской и проектной деятельности;
- выявлять характерные признаки явлений;
- раскрывать причинно-следственные связи; сравнивать события, ситуации, определяя основания для сравнения, выявляя общие черты и различия;
- формулировать и обосновывать выводы; соотносить полученный результат с имеющимся знаниями;
- определять новизну и обоснованность полученного результата;
- представлять результаты своей деятельности в различных формах (сообщение, эссе, презентация, реферат, учебный проект и другие);
- объяснять сферу применения и значение проведенного учебного исследования в современном общественном контексте;

работа с информацией:

- осуществлять анализ учебной и внеучебной информации (учебники, источники, научно-популярная литература, интернет-ресурсы и другие);
- извлекать, сопоставлять, систематизировать и интерпретировать информацию;
- различать виды источников информации;
- высказывать суждение о достоверности и значении информации источника (по предложенным или самостоятельно сформулированным критериям);
- рассматривать комплексы источников, выявляя совпадения и различия их свидетельств;
- использовать средства современных информационных и коммуникационных технологий с соблюдением правовых и этических норм, требований информационной безопасности;
- создавать тексты в различных форматах с учетом назначения информации и целевой аудитории, выбирая оптимальную форму представления и визуализации;

2) в сфере универсальных коммуникативных действий:

общение:

- представлять особенности взаимодействия людей в современном мире;
- излагать и аргументировать свою точку зрения в устном высказывании, письменном тексте;

- владеть способами общения и конструктивного взаимодействия, в том числе межкультурного, в школе и социальном окружении;

- аргументированно вести диалог, уметь смягчать конфликтные ситуации;

осуществление совместной деятельности:

- осознавать значение совместной деятельности людей как эффективного средства достижения поставленных целей;

- планировать и осуществлять совместную работу, коллективные учебные проекты, в том числе на региональном материале;

- определять свое участие в общей работе и координировать свои действия с другими членами команды;

- проявлять творчество и инициативу в индивидуальной и командной работе;

- оценивать полученные результаты и свой вклад в общую работу;

3) в сфере универсальных регулятивных действий:

владение приемами самоорганизации своей учебной и общественной работы:

- выявлять проблему, задачи, требующие решения;

- составлять план действий, определять способ решения, последовательно реализовывать намеченный план действий и другие;

владение приемами самоконтроля:

- осуществлять самоконтроль, рефлекссию и самооценку полученных результатов;

- вносить коррективы в свою работу с учетом установленных ошибок, возникших трудностей;

принятие себя и других:

- осознавать свои достижения и слабые стороны в учении, школьном и внешкольном общении, сотрудничестве со сверстниками и людьми старших поколений;

- принимать мотивы и аргументы других при анализе результатов деятельности;

- признавать свое право и право других на ошибку;

- вносить конструктивные предложения для совместного решения учебных задач, проблем.

Выпускник на углубленном уровне научится:

- описывать графы с помощью матриц смежности с указанием длин ребер (весовых матриц); решать алгоритмические задачи, связанные с анализом графов, в частности задачу построения оптимального пути между вершинами ориентированного ациклического графа и определения количества различных путей между вершинами;
- понимать и использовать основные понятия, связанные со сложностью вычислений (время работы и размер используемой памяти при заданных исходных данных; асимптотическая сложность алгоритма в зависимости от размера исходных данных); определять сложность изучаемых в курсе базовых алгоритмов;
- анализировать предложенный алгоритм, например определять, какие результаты возможны при заданном множестве исходных значений и при каких исходных значениях возможно получение указанных результатов;
- создавать, анализировать и реализовывать в виде программ базовые алгоритмы, связанные с анализом элементарных функций; линейной обработкой последовательностей и массивов чисел (в том числе алгоритмы сортировки), анализом строк, а также рекурсивные алгоритмы;
- применять метод сохранения промежуточных результатов (метод динамического программирования) для создания полиномиальных (не переборных) алгоритмов решения различных задач; примеры: поиск минимального пути в ориентированном ациклическом графе, подсчет

количества путей;

- создавать собственные алгоритмы для решения прикладных задач на основе изученных алгоритмов и методов;
- применять при решении задач структуры данных: списки, словари, деревья, очереди; применять при составлении алгоритмов базовые операции со структурами данных;
- использовать основные понятия, конструкции и структуры данных последовательного программирования, а также правила записи этих конструкций и структур в выбранном для изучения языке программирования;
- использовать в программах данные различных типов; применять стандартные и собственные подпрограммы для обработки символьных строк; выполнять обработку данных, хранящихся в виде массивов различной размерности; выбирать тип цикла в зависимости от решаемой подзадачи; составлять циклы с использованием заранее определенного инварианта цикла; выполнять базовые операции с текстовыми и двоичными файлами; выделять подзадачи, решение которых необходимо для решения поставленной задачи в полном объеме; реализовывать решения подзадач в виде подпрограмм, связывать подпрограммы в единую программу; использовать модульный принцип построения программ; использовать библиотеки стандартных подпрограмм;
- применять алгоритмы поиска и сортировки при решении типовых задач;
- выполнять отладку и тестирование программ в выбранной среде программирования; использовать при разработке программ стандартные библиотеки языка программирования и внешние библиотеки программ; создавать многокомпонентные программные продукты в среде программирования.

СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

- 1. Перечень олимпиад школьников по информатике – 4 ч.** Перечень олимпиад. Информационные ресурсы для подготовки к олимпиадам. Обзор и сравнение языков программирования. Обзор онлайн-курсов для изучения языков программирования.
- 2. Изучение языка C++ – 28 ч.** Введение в C++, линейные алгоритмы. Условный оператор, принятие решений. Циклические алгоритмы. Процедуры и функции. Одномерные массивы. Типы данных, продвинутое вещное. Символы и строки.
- 3. Введение в алгоритмы – 20 ч.** Алгоритмы и их свойства. Запись алгоритма на неформальном языке. Изображение алгоритма в виде блок-схемы. Вычислительная и асимптотическая сложность алгоритмов. Сложность некоторых алгоритмов (минимум в списке, удаление последнего элемента, удаление произвольного элемента, перебор пар элементов в списке, перебор n -значных чисел в двоичной системе счисления, проверка числа на простоту). Обоснование правильности алгоритмов.
- 4. Линейные структуры данных – 28 ч.** Вектор, список, стек, очередь, стек и очередь с поддержкой минимума / максимума, дек, бинарная куча.
- 5. Нелинейные структуры данных – 16 ч.** Множество (set) и мультимножество (multiset), множество пар, основные операции работы со множеством. Ассоциативный массив (map и multimap). Суффиксные деревья и массивы. Графы.
- 6. Квадратичные алгоритмы сортировки – 12 ч.** Методы сортировки: пузырьком, выбором, вставками.
- 7. Эффективные алгоритмы сортировки – 20 ч.** Сортировка подсчетом, сортировка слиянием, встроенные алгоритмы сортировки. Быстрая сортировка, рандомизированная версия. Сортировка распределением. Метод блочной сортировки.
- 8. Бинарный поиск – 12 ч.** Бинарный поиск, тернарный поиск. Встроенный бинарный поиск. Бинарный поиск по ответу.
- 9. Решение прикладных задач средствами MS Excel – 8 ч.** Представление о табличном процессоре и его объектах. Статистические расчеты с использованием табличного процессора.
- 10. Введение в теорию чисел – 16 ч.** Арифметика остатков. Обратный остаток по простому модулю. Малая теорема Ферма. Наибольший общий делитель, наименьшее общее кратное, алгоритм Евклида. Диофантово уравнение, расширенный алгоритм Евклида
- 11. Простые числа. Функции делителей – 4 ч.** Простые числа, функция делителей, решето Эратосфена. Алгоритм факторизации числа. Функция Эйлера.
- 12. Линейные алгоритмы и метод двух указателей – 12 ч.** Линейные алгоритмы, метод двух указателей. Два указателя. Арифметические алгоритмы. Запросы суммы на отрезке. Отрезок с максимальной суммой. Отрезок с заданной суммой.
- 13. Рекурсивные алгоритмы – 12 ч.** Рекурсивный перебор. Перебор с возвратом. Эвристические методы перебора.
- 14. Динамическое программирование – 16 ч.** Введение в динамическое программирование. Кэширование и вычисления. Ограничения динамического программирования. Задача коммивояжера. Псевдодвумерное динамическое программирование.
- 15. Графы – 32 ч.** Введение в графы. Способы хранения графов. Задача построения минимального остовного дерева. Поиск кратчайшего пути в графе. Алгоритм

Дейкстры. Обходы в глубину и ширину. Обход в глубину ориентированных графов. Сети и потоки. Задача построения максимального потока. Задача нахождения минимального разреза.

- 16. Дерево отрезков и декартово дерево – 8 ч.** Алгоритмы построения дерева отрезков. Декартово дерев.
- 17. Хэширование и строки – 16 ч.** Эффективный метод поиска строк посредством хэширования. Выявление дубликатов с помощью хэширования. Поиск приблизительно совпадающих строк. Синтаксический разбор
- 18. Комбинаторные алгоритмы – 8ч.** Генерация всех подмножеств. Генерация всех перестановок. Генерация всех путей в графе. Отсечение всех вариантов поиска.

Тематическое планирование

№ п/п	Тема	Количество часов	Формы и виды работы
1	Перечень олимпиад школьников по информатике	4	Интерактивная лекция
	Знакомство с перечнем олимпиад и их уровнями на 2023/2024 учебный год	1	Стартовая диагностика
	Знакомство с информационными ресурсами в сети Интернет для подготовки к олимпиадам	1	
	Обзор и сравнение языков программирования	1	
	Обзор онлайн-курсов на различных платформах (Stepik, Сириус, Intuit и т.п.) для изучения языков программирования	1	
2	Изучение языка C++	28	
	Введение в C++. Линейные алгоритмы.	4	Интерактивная лекция Практическая работа
	Условный оператор, принятие решений	4	Практическая работа
	Циклические алгоритмы	4	Практическая работа
	Процедуры и функции	4	Практическая работа
	Одномерные массивы	4	Практическая работа
	Типы данных. Продвинутое	4	Практическая работа
	Символы и строки	4	Практическая работа
3	Введение в алгоритмы	20	
	Алгоритмы и их свойства. Запись алгоритма на неформальном языке. Изображение алгоритма в виде блок-схемы.	4	Интерактивная лекция Практическая

			работа
	Логарифмы и их применение. Свойства логарифмов.	4	
	Вычислительная и асимптотическая сложность алгоритмов	4	Интерактивная лекция Практическая работа
	Сложность некоторых алгоритмов (минимум в списке, удаление последнего элемента, удаление произвольного элемента, перебор пар элементов в списке, перебор n-значных числе в двоичной системе счисления, проверка числа на простоту).	4	Интерактивная лекция Практическая работа
	Обоснование правильности алгоритмов.	4	Интерактивная лекция Практическая работа
4	Линейные структуры данных	28	
	Вектор	4	Интерактивная лекция Практическая работа
	Список	4	Интерактивная лекция Практическая работа
	Стек	4	Интерактивная лекция Решение задач
	Очередь	4	Интерактивная лекция Решение задач
	Стек и очередь с поддержкой минимума / максимума	4	Интерактивная Лекция Решение задач
	Дек	4	Интерактивная лекция Практическая работа
	Бинарная куча	4	Интерактивная лекция Решение задач
5	Нелинейные структуры данных	16	
	Множество (set) и мультимножество (multiset), множество пар. Основные операции работы со множествами.	4	Интерактивная Лекция Решение задач
	Ассоциативный массив (map и multimap)	4	Интерактивная лекция Решение задач.

	Суффиксные деревья и массивы	4	Интерактивная лекция Решение задач.
	Графы	4	Интерактивная лекция Решение задач.
6	Квадратичные алгоритмы сортировки	12	
	Сортировка пузырьком	4	Решение задач
	Сортировка выбором	4	Решение задач
	Сортировки вставками	4	Решение задач
7	Эффективные алгоритмы сортировки	20	
	Сортировка подсчётом	4	Интерактивная лекция Практические работы
	Сортировка слиянием. Метод «разделяй и властвуй»	4	Интерактивная лекция Практические работы
	Быстрая сортировка. Рандомизированная версия	4	Интерактивная лекция Практические работы
	Сортировка распределением. Метод блочной сортировки	4	Интерактивная лекция Практические работы
	Встроенные алгоритмы сортировки	4	Интерактивная лекция Практические работы
8	Бинарный поиск	12	
	Бинарный поиск	4	Интерактивная лекция Практические работы
	Тернарный поиск	4	Интерактивная лекция Практические работы
	Бинарный поиск по ответу	4	Интерактивная лекция

			Практические работы
9	Решение прикладных задач средствами MS Excel	8	
	Представление о табличном процессоре и его объектах	4	Интерактивная лекция Практические работы
	Статистические расчеты с использованием табличного процессора	4	Интерактивная лекция Практические работы
10	Введение в теорию чисел	16	
	Арифметика остатков	4	Интерактивная лекция
	Обратный отчет по простому модулю. Малая теорема Ферма.	4	Практическая работа
	Наибольший общий делитель, наименьшее общее кратное, алгоритм Евклида	4	Практическая работа
	Диофантово уравнение, расширенный алгоритм Евклида.	4	Практическая работа
11	Простые числа. Функции делителей	4	
	Простые числа, решето Эратосфена.	2	Решение задач
	Алгоритм факторизации числа. Функция Эйлера	2	Решение задач
12	Линейные алгоритмы	12	
	Линейные алгоритмы, метод двух указателей	4	Интерактивная лекция Практические работы
	Арифметические алгоритмы	4	Интерактивная лекция Практические работы
	Запросы суммы на отрезке, отрезок с максимальной суммой, отрезок с заданной суммой	4	Интерактивная лекция Практические работы
13	Рекурсивные алгоритмы	12	
	Рекурсивный перебор	4	Интерактивная лекция Практические работы
	Перебор с возвратом	4	Интерактивная лекция Практические работы

	Эвристические методы перебора	4	Интерактивная лекция Практические работы
14	Динамическое программирование	16	
	Введение в динамическое программирование	4	Интерактивная лекция Практические работы
	Кэширование и вычисления	4	Интерактивная лекция Практические работы
	Ограничения динамического программирования. Задача коммивояжера	4	Интерактивная лекция Практические работы
	Псевдодвумерное динамическое программирование	4	Интерактивная лекция Практические работы
15	Графы	32	
	Введение в графы. Способы хранения графов	4	Интерактивная лекция Практические работы
	Задача построения минимального остовного дерева	4	Интерактивная лекция Практические работы
	Поиск кратчайшего пути в графе. Алгоритм Дейкстры	4	Интерактивная лекция Практические работы
	Обходы в глубину и ширину.	4	Интерактивная лекция Практические работы
	Обход в глубину ориентированных графов	4	Интерактивная лекция Практические работы
	Сети и потоки	4	Интерактивная лекция Практические работы
	Задача построения максимального потока в сети	4	Интерактивная лекция Практические работы

	Задача нахождения минимального разреза в сети	4	Интерактивная лекция Практические работы
16	Дерево отрезков и декартово дерево	8	
	Алгоритмы построения дерева отрезков.	4	Интерактивная лекция Практические работы
	Декартово дерево	4	Интерактивная лекция Практические работы
17	Хэширование и строки	16	
	Эффективный метод поиска строк посредством хэширования	4	Интерактивная лекция Практические работы
	Выявление дубликатов с помощью хэширования	4	Интерактивная лекция Практические работы
	Поиск приблизительно совпадающих строк	4	Интерактивная лекция Практические работы
	Синтаксический разбор	4	Интерактивная лекция Практические работы
18	Комбинаторные алгоритмы	8	
	Генерация всех подмножеств	2	Интерактивная лекция Практические работы
	Генерация всех перестановок	2	Интерактивная лекция Практические работы
	Генерация всех путей в графе	2	Интерактивная лекция Практические работы
	Отсечение всех вариантов поиска	2	Интерактивная лекция Практические работы
	Итого	272	

Формы работы

Теоретические занятия предназначены для представления теоретических знаний по учебному курсу и проводятся в виде интерактивных лекций. По каждой теме предусматриваются практические занятия. Все темы включают в себя самостоятельную работу.

Формы контроля

Текущий контроль выполняется в форме решения олимпиадных задач.

Учебно-методическая литература

Основная литература

1. Стивен С. Скиена. Алгоритмы. Руководство по разработке. – 2-е изд. Пер. с англ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2021.
2. Минакова Н.И., Невская Е.С., Угольницкий Г.А., Чекулаева А.А., Чердынцева М.И. Методы программирования. Учебное пособие. – М.: Вузовская книга, 1999.
3. Подбельский В.В. Язык Си++: Учеб. Пособе. – 5-е изд. – М.: Финансы и статистика, 2004.
4. Андреева Е.В. Математические основы информатики. Элективный курс: Учебное пособие / Е.В. Андреева, Л.Л. Босова, И.Н. Фалина – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005.
5. Кормен, Томас Х. Алгоритмы: Вводный курс. : Пер. с англ. – М.: ООО «И.Д. Вильямс», 2014.

Дополнительная литература

1. Поляков К.Ю., Еремин Е.А. Программирование. Python. C++. Учебное пособие в 2 частях, М.: Просвещение.
2. Компьютерный практикум, размещенный на сайте <http://kpolyakov.narod.ru/school/probook.htm>
3. Павлова Е.С. Информатика. Сборник задач и упражнений, 10 – 11 кл., базовый и углубленный уровни. М.: Просвещение
4. Подборка электронных образовательных ресурсов с портала ФЦИОР: <http://www.fcior.edu.ru>
5. Ахо, Альфред, В., Хопкрофт, Джон, Ульман, Джеффри, Д. Структуры данных и алгоритмы. : Пер. с англ. : Уч. пос. - М.: Издательский дом "Вильямс", 2000.
6. Никлаус Вирт Алгоритмы и структуры данных / Пер. с англ. Ткачев Ф.В. - М.: ДМК Прес, 2010.
7. Антти Лааксонен Олимпиадное программирование . 2-е изд., обновленное и дополненное / пер. с англ. А.А. Слинкин - М.: ДМК Пресс, 2020.
8. C/C++. Структурное программирование: Практикум / Т.А. Павловская, Ю.А. Щупак. - СПб.: Питер, 2003.
9. Объектно-ориентированное программирование на C++ : учебник для студентов, обучающихся по направлениям подготовки бакалавров "Математика" и "Прикладная математика и информатика" / И. В. Баранова [и др.]. ; Сиб. федер. ун-т, Ин-т математики и фундамент. информатики. - Красноярск : СФУ, 2019.