|  |  |
| --- | --- |
| **Национальный**  **исследовательский университет**  **«Высшая школа экономики»**  **Лицей** | **Приложение 600**  УТВЕРЖДЕНО  педагогическим советом  Лицея НИУ ВШЭ  протокол № 10 от 26.04.2023 |

Рабочая программа по учебному предмету (курсу)

«Алгоритмы и структуры данных»

10-11 класс

Авторы:

Копытова Н.В.

Куренков В.В.

1. **Планируемые результаты освоения учебного предмета**

К **личностным результатам**, на становление которых оказывает влияние изучение курса «Алгоритмы и структуры данных», можно отнести:

* сознательное самоопределение ученика относительно профиля дальнейшего обучения или профессиональной деятельности;
* принятие и реализация ценностей здорового и безопасного образа жизни, бережное, ответственное и компетентное отношение к собственному физическому и психологическому здоровью;
* готовность обучающихся к конструктивному участию в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах общественной самоорганизации, самоуправления, общественно значимой деятельности;
* нравственное сознание и поведение на основе усвоения общечеловеческих ценностей, толерантного сознания и поведения в поликультурном мире, готовности и способности вести диалог с другими людьми, достигать в нем взаимопонимания, находить общие цели и сотрудничать для их достижения;
* развитие компетенций сотрудничества со сверстниками, детьми младшего возраста, взрослыми в образовательной, общественно полезной, учебно-исследовательской, проектной и других видах деятельности.
* мировоззрение, соответствующее современному уровню развития науки, значимости науки, готовность к научно-техническому творчеству, владение достоверной информацией о передовых достижениях и открытиях мировой и отечественной науки, заинтересованность в научных знаниях об устройстве мира и общества;
* готовность и способность к образованию, в том числе самообразованию, на протяжении всей жизни; сознательное отношение к непрерывному образованию как условию успешной профессиональной и общественной деятельности;
* уважение ко всем формам собственности, готовность к защите своей собственности;
* осознанный выбор будущей профессии как путь и способ реализации собственных жизненных планов;
* готовность обучающихся к трудовой профессиональной деятельности как к возможности участия в решении личных, общественных, государственных, общенациональных проблем.

**Метапредметные результаты** освоения образовательной программы по курсу «Инженерия» отражают овладение универсальными учебными действиями — познавательными, коммуникативными, регулятивными.

*Универсальные познавательные действия*

* искать и находить обобщенные способы решения задач, в том числе, осуществлять развернутый информационный поиск и ставить на его основе новые (учебные и познавательные) задачи;
* критически оценивать и интерпретировать информацию с разных позиций, распознавать и фиксировать противоречия в информационных источниках;
* использовать различные модельно-схематические средства для представления существенных связей и отношений, а также противоречий, выявленных в информационных источниках;
* находить и приводить критические аргументы в отношении действий и суждений другого; спокойно и разумно относиться к критическим замечаниям в отношении собственного суждения, рассматривать их как ресурс собственного развития;
* выходить за рамки учебного предмета и осуществлять целенаправленный поиск возможностей для широкого переноса средств и способов действия.

*Универсальные коммуникативные действия*

* осуществлять деловую коммуникацию как со сверстниками, так и со взрослыми (как внутри образовательной организации, так и за ее пределами), подбирать партнеров для деловой коммуникации исходя из соображений результативности взаимодействия, а не личных симпатий;
* координировать и выполнять работу в условиях реального, виртуального и комбинированного взаимодействия;
* развернуто, логично и точно излагать свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств.

*Универсальные регулятивные действия*

* самостоятельно определять цели, задавать параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута;
* оценивать возможные последствия достижения поставленной цели в деятельности, собственной жизни и жизни окружающих людей, основываясь на соображениях этики и морали;
* ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях;
* оценивать ресурсы, в том числе время и другие нематериальные ресурсы, необходимые для достижения поставленной цели;
* выбирать путь достижения цели, планировать решение поставленных задач, оптимизируя материальные и нематериальные затраты;
* организовывать эффективный поиск ресурсов, необходимых для достижения поставленной цели;
* сопоставлять полученный результат деятельности с поставленной заранее целью.

Планируемые **предметные результаты:**

* знать методы оценки сложности алгоритмов в среднем и в худшем случаях, базовые и продвинутые абстрактные структуры данных, постановки основных задач, основные классы алгоритмов.
* уметь оценивать сложность алгоритмов в среднем и в худшем случаях, выделять из практических задач их алгоритмическую составляющую, реализовывать изученные алгоритмы и структуры данных на языке программирования, выбирать оптимальные алгоритмы и структуры данных, в зависимости от конкретных ограничений на решение задачи, применять приближённые алгоритмы в тех случаях, когда эффективное точное решение невозможно.
* иметь навыки оценки сложности алгоритмов в среднем и в худшем случаях, реализации алгоритмов и структур данных на процедурных языках программирования.

Учебный курс «Алгоритмы и структуры данных» ориентирован на учащихся, планирующих достичь высоких результатов в олимпиадной подготовке по информатике.

Данная программа рассчитана на углубленное изучение учебного курса «Алгоритмы и структуры данных» в течение 68 часов в 10 классе и 34 часов в 11 классе.

Реализация в учебном процессе учебного курса «Алгоритмы и структуры данных» предусматривает возможность выбора расписания по учебному курсу за счет гибкого индивидуального расписания, выбора преподавателя, а также по желанию учащегося предполагает расширение объема часов курса до 204 часов в 10 классе (дополнительные часы - 136) и 102 часов в 11 классе (дополнительные часы - 68), посещение дополнительных часов вольным слушателем. Текущий контроль и промежуточная аттестация осуществляется в соответствии с учебными часами по курсу, закрепленными в индивидуальном учебном плане учащегося. Дополнительные часы не оцениваются.

1. **Содержание учебного предмета**

**10 класс.**

**Тема 1. Введение в Python. Ввод-вывод, типы данных, переменные, арифметические выражения.**

* Установка и настройка среды разработки PyCharm. Структура программы.
* Синтаксис языка, Переменные. Оператор объявления, инициализация переменной. Ввод-вывод;
* Обзор языка. Встроенные типы: числа, последовательности, отображения, классы, экземпляры и исключения.
* Основные типы последовательностей: списки, кортежи и объекты диапазонов - list, tuple, range
* Числовые типы: целые числа , числа с плавающей запятой и комплексные числа - [int](https://docs.python.org/3/library/functions.html" \l "int" \o "ИНТ),  [float](https://docs.python.org/3/library/functions.html#float),  [complex](https://docs.python.org/3/library/functions.html#complex);
* Операции, которые поддерживают числовые типы: Оператор сложения; Оператор вычитания; Оператор деления; Целочисленное деление; Оператор остатка. Оператор возведения в степень. Приоритет выполнения операций.
* Функции для работы с числовыми типами: abs(x), int(x), float(x), complex(re, im), divmod(x, y), pow(x, y) ;
* Логический тип данных. Тип bool используется для представления логических значений T[rue](http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/eahhcxk2(v=vs.90).aspx) или [False](http://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/67bxt5ee(v=vs.90).aspx). Логические значения являются подтипом целых чисел. Логические операции: восемь операций сравнения,

**Тема 2. Основные конструкции языка Python.**

* Условный оператор if-else;
* Вложенные условия;
* Взаимоисключающие условия, конструкция else – if
* Циклический оператор while;
* Досрочный выход из цикла, оператор break
* Пропуск итерации, оператор continue
* Конструкция while else;
* Вложенные циклы;
* Циклический оператор for;
* Досрочный выход из цикла со счетчиком, оператор break
* Пропуск итерации, оператор continue
* Конструкция for else;

**Тема 3. Python: Функции. Рекурсия.**

* Определение функций, аргументы функций;
* Область видимости переменных;
* Вложенные функции;
* Рекурсия.

**Тема 4. Python: Строки. Кортежи. Списки.**

* Строки, работа со строками;
* Срезы.
* Основные методы для работы со строками.
* Кортежи, работа с кортежими;
* Списки, работа со списками;
* Методы splite, join;
* Функция map;
* Сортировка списков;
* Сравнение списков и кортежей;
* Анонимные функции.

**Тема 5. Теория чисел. Модульная арифметика. Рекурсивные алгоритмы.**

* Факторизация целых чисел. Разложение числа на множители. НОД, НОК. Алгоритм Евклида.
* Решето Эратосфена.
* Сравнение чисел по модулю. Вычисление факториала по модулю.
* Генерация перестановок.
* Расширенный алгоритм Евклида.
* Тест простоты Ферма (Малая теорема Ферма). Быстрое возведение в степень по модулю.

**Тема 6. Обработка событий.**

* Стек. Очередь. Дек.
* Правильные скобочные последовательности.
* Метод сканирующей прямой.

**Тема 7. Теория графов.**

* Основные понятия: граф, дерево. Представление сетей в компьютере.
* Поиск в глубину. Поиск в ширину.
* Система непересекающихся множеств.
* Задача нахождения минимального остовного дерева. Алгоритм Краскала.
* Задача нахождения дерева кратчайших расстояний. Алгоритм Дейкстры. Алгоритм Беллмана-Форда. Алгоритм Флойда.
* Диаметр дерева. Радиус дерева. Центр дерева.
* Динамическое программирование на поддеревьях.

**Тема 8.** **Запросы на подотрезках массива. Бинарная куча. Дерево поиска. Задача RMQ и RSQ.**

* Массив частичных сумм.
* Sqrt-декомпозиция.
* Разреженная таблица (sparse table).
* Двоичная куча. Пирамидальная сортировка.
* Дерево отрезков.
* Двоичное дерево поиска. АВЛ - дерево.
* Декартово дерево.

**11 класс.**

**Тема 1. Сортировки и поиск.**

* Вещественный бинарный поиск.
* Целочисленный бинарный поиск.
* Бинарный поиск по ответу.
* Тернарный поиск.

**Тема 2. Динамическое программирование.**

* Динамическое программирование один параметр.
* Динамическое программирование два параметра параметр.
* Наибольшая неубывающая подпоследовательность
* Наибольшая общая подпоследовательность.
* Задача о рюкзаке.
* Динамическое программирование на подмножествах и подотрезках.
* Динамическое программирование на поддеревьях

**Тема 3. Строки.**

* Хэш функция. Z-функция. Префикс-функция.
* Бор.
* Суффиксные массивы.
* Алгоритм Ахо - Корасика.

**Тема 4. Структуры данных. Задача RMQ / RSQ.**

* Массив частичных сумм.
* Sqrt-декомпозиция.
* Разреженная таблица (sparse table).
* Дерево отрезков с массовыми обновлениями.
* Декартово дерево по явному и не явному ключу.
* Дерево Фенвика.

**Тема 5. Теория графов (Повтор).**

* Задача нахождения минимального остовного дерева. Алгоритм Краскала. Алгоритм Борувки.
* Диаметр дерева. Радиус дерева. Центр дерева.
* Задача нахождения дерева кратчайших расстояний. Алгоритм Дейкстры. Алгоритм Беллмана-Форда. Алгоритм Флойда.

1. **Тематическое планирование**

**10 класс**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Тематическое содержание занятия** | **Обязательные часы** | **Дополнительные часы** | **Основные виды деятельности** |
| 1 | Введение в Python. Ввод-вывод, типы данных, переменные, арифметические выражения. | 2 | 4 | Лекция и дискуссия по обозначаемой преподавателем проблематике. Решение задач. Выполнение практических заданий на компьютере. |
| 2 | Основные конструкции языка Python | 2 | 4 | Лекция и дискуссия по обозначаемой преподавателем проблематике. Решение задач. Выполнение практических заданий на компьютере. |
| 3 | Python: Функции. Рекурсия. | 2 | 4 | Лекция и дискуссия по обозначаемой преподавателем проблематике. Решение задач. Выполнение практических заданий на компьютере. |
| 4 | Python: Строки. Кортежи. Списки. | 2 | 4 | Лекция и дискуссия по обозначаемой преподавателем проблематике. Решение задач. Выполнение практических заданий на компьютере. |
| 5 | Теория чисел. Модульная арифметика. Рекурсивные алгоритмы. | 6 | 12 | Лекция и дискуссия по обозначаемой преподавателем проблематике. Решение задач. Выполнение практических заданий на компьютере. |
| 6 | Обработка событий. | 6 | 12 | Лекция и дискуссия по обозначаемой преподавателем проблематике. Решение задач. Выполнение практических заданий на компьютере. |
| 7 | Теория графов. | 24 | 48 | Лекция и дискуссия по обозначаемой преподавателем проблематике. Решение задач. Выполнение практических заданий на компьютере. |
| 8 | Запросы на подотрезках массива. Бинарная куча. Дерево поиска. Задача RMQ и RSQ. | 18 | 36 | Лекция и дискуссия по обозначаемой преподавателем проблематике. Решение задач. Выполнение практических заданий на компьютере. |
|  | Резерв | 6 | 12 |  |
|  | **Всего** | **68** | **136** |  |

**11 класс**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Тематическое содержание занятия** | **Обязательные часы** | **Дополнительные часы** | **Основные виды деятельности** |
| 1 | Сортировки и поиск. | 2 | 4 | Лекция и дискуссия по обозначаемой преподавателем проблематике. Решение задач. Выполнение практических заданий на компьютере. |
| 2 | Динамическое программирование. | 8 | 16 | Лекция и дискуссия по обозначаемой преподавателем проблематике. Решение задач. Выполнение практических заданий на компьютере. |
| 3 | Строки. | 4 | 8 | Лекция и дискуссия по обозначаемой преподавателем проблематике. Решение задач. Выполнение практических заданий на компьютере. |
| 4 | Структуры данных. Задача RMQ / RSQ. | 8 | 16 | Лекция и дискуссия по обозначаемой преподавателем проблематике. Решение задач. Выполнение практических заданий на компьютере. |
| 5 | Теория графов | 8 | 16 | Лекция и дискуссия по обозначаемой преподавателем проблематике. Решение задач. Выполнение практических заданий на компьютере. |
| 6 | Резерв | 4 | 8 |  |
|  | **Всего** | **34** | **68** |  |

В воспитании обучающихся приоритетом является создание благоприятных условий для приобретения обучающимися опыта осуществления социально значимых дел:

— опыт дел, направленных на заботу о своей семье, родных и близких;

— трудовой опыт, опыт участия в производственной практике;

— опыт дел, направленных на пользу своему родному городу или селу, стране в целом, опыт деятельного выражения собственной гражданской позиции;

— опыт природоохранных дел;

— опыт разрешения возникающих конфликтных ситуаций в школе, дома или на улице;

— опыт самостоятельного приобретения новых знаний, проведения научных исследований, опыт проектной деятельности;

— опыт изучения, защиты и восстановления культурного наследия человечества, опыт создания собственных произведений культуры, опыт творческого самовыражения;

— опыт ведения здорового образа жизни и заботы о здоровье других людей;

— опыт оказания помощи окружающим, заботы о малышах или пожилых людях, волонтерский опыт;

— опыт самопознания и самоанализа, опыт социально приемлемого самовыражения и самореализации.

Выделение данного приоритета связано с особенностями обучающихся юношеского возраста: с их потребностью в жизненном самоопределении, в выборе дальнейшего жизненного пути, который открывается перед ними на пороге самостоятельной взрослой жизни.

**Дополнительные материалы**

**Учебно-методическое обеспечение образовательной деятельности**

1. Поляков К.Ю., Еремин, Е.А. Информатика. Углубленный уровень. Учебник для 10 класса. В 2-х частях. Часть 1. М.: БИНОМ Лаборатория знаний.

2. Поляков К.Ю., Еремин, Е.А. Информатика. Углубленный уровень. Учебник для 10 класса. В 2-х частях. Часть 2. М.: БИНОМ Лаборатория знаний.

3. Поляков К.Ю., Еремин, Е.А. Информатика. Углубленный уровень. Учебник для 11 класса. В 2-х частях. Часть 1. М.: БИНОМ Лаборатория знаний.

4. Поляков К.Ю., Еремин, Е.А. Информатика. Углубленный уровень. Учебник для 11 класса. В 2-х частях. Часть 2. М.: БИНОМ Лаборатория знаний.

5. Черкасский Б.В. Комбинаторные алгоритмы. Курс Лекций. Издательство МИСиС.

6. Томас Х. Кормен, Чарльз И. Лейзерсон, Рональд Л. Ривест, Клиффорд Штайн. Алгоритмы: построение и анализ, 3-е издание = Introduction to Algorithms, Third Edition. — М.: «Вильямс», 2013. — 1328 с. — ISBN 978-5-8459-1794-2.

**Распределение времени учебного курса «Алгоритмы и структуры данных» 10-11 класс**

**10 класс**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Тематическое содержание занятия** | **Обязательные часы/в неделю** | **Дополнительные часы//в неделю** |
| 1 | Введение в Python. Ввод-вывод, типы данных, переменные, арифметические выражения. | 2 | 4 |
| 2 | Основные конструкции языка Python | 2 | 4 |
| 3 | Python: Функции. Рекурсия. | 2 | 4 |
| 4 | Python: Строки. Кортежи. Списки. | 2 | 4 |
| 5 | Теория чисел. Модульная арифметика. Рекурсивные алгоритмы. | 6 | 12 |
| 6 | Обработка событий. | 6 | 12 |
| 7 | Теория графов. | 24 | 48 |
| 8 | Запросы на подотрезках массива. Бинарная куча. Дерево поиска. Задача RMQ и RSQ. | 18 | 36 |
|  | Резерв | 6 | 12 |
|  | Всего | 68 | 136 |

**11 класс**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **№ п/п** | **Тематическое содержание занятия** | Обязательные часы/в неделю | Дополнительные часы/в неделю |
| 1 | Сортировки и поиск. | 2 | 4 |
| 2 | Динамическое программирование. | 8 | 16 |
| 3 | Строки. | 4 | 8 |
| 4 | Структуры данных. Задача RMQ / RSQ. | 8 | 16 |
| 5 | Теория графов | 8 | 16 |
| 6 | Резерв | 4 | 8 |
|  | Всего | 34 | 68 |

**Календарно-тематическое планирование с распределением по формату учебных занятий**

**10 класс**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Тематическое содержание занятия | Номер занятия | Практическое занятие с разбором задач типов А и В  Ссылка на видео ролик с лекциями | Практическое занятие с разбором задач типов А и В  Ссылка на видео ролик с лекциями | Практика по решению задач  типа В  Ссылка на видео ролик с лекциями |
|  | | | Средний уровень | Средний уровень | Продвинутый уровень |
| 1 | Введение в Python. Ввод-вывод, типы данных, переменные, арифметические выражения. | 1 | 2 |  |  |
| 2 |  | 2 |  |
| 3 |  |  | 2 |
| 2 | Основные конструкции языка Python | 4 | 2 |  |  |
| 5 |  | 2 |  |
| 6 |  |  | 2 |
| 3 | Python: Функции. Рекурсия. | 7 | 2 |  |  |
| 8 |  | 2 |  |
| 9 |  |  | 2 |
| 4 | Python: Строки. Кортежи. Списки. | 10 | 2 |  |  |
| 11 |  | 2 |  |
| 12 |  |  | 2 |
| 5 | Теория чисел. Модульная арифметика. Рекурсивные алгоритмы.  Видео 1: Факторизация целых чисел. Разложение числа на множители. НОД, НОК. Алгоритм Евклида.  Видео 2: Решето Эратосфена.  Видео 3: Генерация перестановок.  Видео 4: Расширенный алгоритм Евклида.  Видео 5: Быстрое возведение в степень.  Видео 6: Сравнение чисел по модулю. Вычисление факториала по модулю.  Видео 7: Тест простоты Ферма (Малая теорема Ферма). | 13 | 6 |  |  |
| 14 |  | 6 |  |
| 15 |  |  | 6 |
| 6 | Обработка событий. | 16 | 6 |  |  |
| 17 |  | 6 |  |
| 18 |  |  | 6 |
| 7 | Теория графов. | 19 | 24 |  |  |
| 20 |  | 24 |  |
| 21 |  |  | 24 |
| 8 | Запросы на подотрезках массива. Бинарная куча. Дерево поиска. Задача RMQ и RSQ.  Видео 1: Массив частичных сумм.  Видео 2: Sqrt-декомпозиция | 22 | 18 |  |  |
| 23 |  | 18 |  |
| 24 |  |  | 18 |
| 9 | Резерв | 25 | 6 | 6 | 6 |
|  | **Всего** |  | 68 | 68 | 68 |

**11 класс**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Тематическое содержание занятия | Номер занятия | Практическое занятие с разбором задач типов А и В  Ссылка на видео ролик с лекциями | Практическое занятие с разбором задач типов А и В  Ссылка на видео ролик с лекциями | Практика по решению задач типов А и В  Ссылка на видео ролик с лекциями |
|  |  |  | Средний уровень | Средний уровень | Продвинутый уровень |
| 1 | Сортировки и поиск.  Видео 1: Бинарный поиск в массиве.  Видео 2: Бинарный поиск значения функции.  Видео 3: Бинарный поиск по ответу.  Видео 4: Тернарный поиск. | 1 | 2 |  |  |
| 2 |  | 2 |  |
| 3 |  |  | 2 |
| 22 | Динамическое программирование.  Видео 1: Динамическое программирование: один параметр.  Видео 2: Динамическое программирование: два параметра.  Видео 3: Задача о рюкзаке.  Видео 4: Наибольшая общая подпоследовательность.  Видео 5: Наибольшая возрастающая подпоследовательность | 4 | 8 |  |  |
| 5 |  | 8 |  |
| 6 |  |  | 8 |
| 3 | Строки. | 7 | 4 |  |  |
| 8 |  | 4 |  |
| 9 |  |  | 4 |
| 4 | Структуры данных. Задача RMQ / RSQ. | 10 | 8 |  |  |
| 11 |  | 8 |  |
| 12 |  |  | 8 |
| 5 | Теория графов | 13 | 8 |  |  |
| 14 |  | 8 |  |
| 15 |  |  | 8 |
| 6 | Резерв | 16 | 4 | 4 | 4 |
|  | **Всего** |  | 34 | 34 | 34 |

Практическое занятие с разбором задач типа А – на учебном занятии рассматривается базовая теория по разделу (теме) учебного курса и разбираются задачи базового уровня (тип А).

Практическое занятие с разбором задач типа В – на учебном занятии рассматривается углублённая теория по разделу (теме) учебного курса и разбираются задачи продвинутого уровня (тип В). Данное занятие рассчитано на тех, кто уже знаком с базовой теорией и готов осваивать углублённую программу.

Практика по решению задач типов А и В – на учебном занятии предлагается решить ряд задач базового уровня (тип А) и продвинутого уровня (тип В). Теория по разделу (теме) учебного курса осваивается с использованием онлайн-курса «Информатика». Предполагается работа во время занятия преподавателя и 2 учебных ассистентов, помогающих ученикам с задачами во время занятия.