

**Министерство просвещения Российской Федерации**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«Московский педагогический государственный университет»**



**УТВЕРЖДАЮ**

Зам. председателя  
Координационного экспертного совета  
по дополнительному образованию МПГУ

---

проректор по дополнительному образованию,  
Д.А. Кудрявцева  
протокол от «27» 03 2024 г. № 03

**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПРОГРАММА**  
**повышения квалификации**

**Институт математики и информатики**

---

**«Преподавание информатики. Методические аспекты введения в динамическое программирование на уровне среднего общего образования»**

Направление: проект ДОНМ:  
«Инженерный класс в московской школе» и  
«ИТ-класс в московской школе»

**Москва – 2024**

## Раздел 1. «Характеристика программы»

### 1.1. Цель реализации программы

Цель реализации программы: совершенствование профессиональных компетенций слушателей в области преподавания информатики, методических аспектов введения в динамическое программирование на уровне среднего общего образования.

### 1.2. Совершенствуемые компетенции

№	Компетенция	Направление подготовки 44.03.01 Педагогическое образование
		Бакалавриат
		Код компетенции
1	Способен осуществлять педагогическую деятельность на основе специальных научных знаний	ОПК-8
2	Способен участвовать в разработке основных и дополнительных образовательных программ, разрабатывать отдельные их компоненты (в том числе с использованием информационно-коммуникационных технологий)	ОПК-2

### 1.3. Планируемые результаты

№	Компетенция	Направление подготовки 44.03.01 Педагогическое образование
		Бакалавриат
		Код компетенции
1	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- области применения динамического программирования;</li><li>- основные понятия динамического программирования;</li><li>- частные задачи динамического программирования;</li><li>- алгоритм решения задач с использованием идей динамического программирования на уровне среднего общего образования.</li></ul> <b>Уметь:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- решать задачи с использованием идей динамического программирования на уровне среднего общего образования</li></ul>	ОПК-8
2	<b>Знать:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- основные затруднения при освоении динамического программирования и способы их преодоления;</li></ul>	ОПК-2

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- методические аспекты введения в динамическое программирование на уровне среднего общего образования;</li> <li>- алгоритм разработки элемента урока по информатике по динамическому программированию на уровне среднего общего образования.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- разрабатывать элемент урока по информатике по динамическому программированию на уровне среднего общего образования</li> </ul>	
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--

**1.4. Категория обучающихся:** уровень образования – высшее образование; область профессиональной деятельности – обучение информатике на уровне среднего общего образования в рамках проекта «Инженерный класс в московской школе» и «ИТ-класс в московской школе».

**1.5. Форма обучения:** Очная, с применением ДОТ и ЭО

**1.6. Режим занятий:** Срок обучения – не менее 6 недель; занятия проходят не менее 2 раза в неделю; длительность занятия не менее 3 час.

**1.7 Трудоемкость программы:** 36 часов.

## Раздел 2. «Содержание программы»

### 2.1. Учебный план

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Всего аудиторных часов	Аудиторные виды учебных занятий, учебных работ		Внеаудиторные виды учебных занятий, учебных работ.	Форма контроля	Трудоемкость
			Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа		
<b>1</b>	<b>Введение в динамическое программирование</b>	<b>16</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>10</b>		<b>26</b>
<b>1.1</b>	«Одномерное» и «Двумерное» динамическое программирование	5	2	3	5		10

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Всего аудиторных часов	Аудиторные виды учебных занятий, учебных работ		Внеаудиторн ые виды учебных занятий, учебных работ.	Форма контроля	Трудоемкость
			Лекционны е занятия	Практически е занятия	Самостоятел ьная работа		
1.2	Частные задачи динамического программирования	11	3	8	5	Тест 1 Практическа я работа 1	16
2	Методические аспекты преподавания темы «Динамическое программирование»	6	1	5	4		10
2.1	Основные затруднения обучающихся при освоении темы «Динамическое программирование» и подходы к их преодолению	2	1	1	2		4
2.2	Поиск, адаптация и разработка материалов к урокам/занятиям	4	0	4	2	Практическа я работа 2	6
	<b>Итоговая аттестация</b>					Зачет по совокупност и выполненны х практически х работ №№1- 2 и теста № 1	
	<b>Итого</b>	<b>22</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	<b>14</b>		<b>36</b>

## 2.2. Календарный учебный график

Наименование раздела, темы	Объём нагрузки	Неделя 1	Неделя 2	Неделя 3	Неделя 4	Неделя 5	Неделя 6
«Одномерное» и «Двумерное» динамическое программирование	10	6	4				
Частные задачи динамического программирования	16		2	6	6	2	
Основные затруднения обучающихся при освоении темы «Динамическое программирование» и подходы к их преодолению	4					4	
Поиск, адаптация и разработка материалов к урокам/занятиям	6						6

## 2.3. Рабочая программа

	Виды учебных занятий, учебных работ, час.	Содержание
<b>Модуль 1. Введение в динамическое программирование</b>		
Тема 1.1. «Одномерное» и «Двумерное» динамическое программирование	Лекция – 2 часа	Области применения динамического программирования. Основные понятия динамического программирования. Введение понятий «Оптимальная подструктура», «рекуррентное правило», «базовые случаи оптимальности», «мемонизация». Изучение понятия n-мерной динамики как конкретной реализации динамического программирования. Рассмотрение места «Двумерного» динамического программирования в программах основного и дополнительного образования, особенностей планирования и информационного обеспечения программ
	Практическое занятие – 3 часа	Решение задач на: Нахождения n-ого числа Фибоначчи. Нахождение и определение количество путей на клетчатом поле/шахматной доске
	Самостоятельная работа – 2 часа	Выполнение заданий на: Сведение задачи простого анализа последовательностей до задачи динамического программирования
	Самостоятельная работа – 3 часа	Выполнение заданий на: Определение лучшего и худшего пути на

		клетчатом поле, на шахматной доске
Тема 1.2. Частные задачи динамического программирования	Лекция – 3 часа	<p>Частные задачи динамического программирования. Алгоритм решения задач с использованием идей динамического программирования на уровне среднего общего образования. Области применения динамического программирования.</p> <p>Рассмотрение проблематики, назначения, областей применения и подходов к решению следующих частных задач:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Алгоритм нахождения наибольшей общей подпоследовательности (НОП) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Расстояние Левенштейна,</li> </ul> </li> <li>• Расстояние Дамерау-Левенштейна</li> <li>• Задача о сумме подмножеств</li> <li>• Алгоритм Флойда — Уоршелла</li> </ul>
	Практическое занятие – 3 часа	<p>Решение задач на:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Алгоритм нахождения наибольшей возрастающей подпоследовательности (НВП)</li> <li>• Алгоритм Вагнера-Фишера для решения задачи нахождения расстояния Левенштейна</li> <li>• Алгоритм решения задачи нахождения расстояния Дамерау-Левенштейна</li> </ul>
	Практическое занятие – 3 часа	<p>Решение задач:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Об ограниченном и неограниченном рюкзаке</li> <li>• На применение алгоритма Беллмана — Форда</li> </ul>
	Самостоятельная работа – 2 часа	<p>Выполнение заданий на:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Реализацию алгоритма нахождения наибольшей возрастающей подпоследовательности (НВП)</li> <li>• Выравнивание последовательностей. Алгоритм Нидлмана — Вунша</li> </ul>
	Самостоятельная работа – 3 часа	<p>Выполнение заданий на:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Задачу о размене</li> <li>• Реализацию алгоритмов Флойда — Уоршелла и Беллмана.</li> </ul> <p>Выполнение теста №1 по темам 1.1 и 1.2.</p>
	Практическое занятие – 2 часа	Практическая работа № 1. Решение задач с использованием идей динамического программирования на уровне среднего общего образования
<b>Модуль 2. Методические аспекты преподавания темы «Динамическое программирование»</b>		
Тема 2.1. Основные затруднения обучающихся при освоении темы «Динамическое программирование» и подходы к их	Лекция – 1 час	<p>Методические аспекты введения в динамическое программирование на уровне среднего общего образования.</p> <p>Основные затруднения при освоении динамического программирования и способы их преодоления.</p> <p>Алгоритм разработки элемента урока по</p>

преодолению		информатике по динамическому программированию на уровне среднего общего образования
	Практическое занятие – 1 час	Решение практико-ориентированных заданий по диагностике и выбору оптимальной стратегии устранения затруднений обучающихся
	Самостоятельная работа – 2 часа	Анализ и решение педагогических ситуаций, направленных на преодоление затруднений при освоении различных аспектов динамического программирования
Тема 2.2. Поиск, адаптация и разработка материалов к урокам/занятиям	Практическое занятие – 2 часа	Изучение и сравнение основных источников и ресурсов по динамическому программированию, освоение навыков поиска, адаптации и разработки материалов к урокам/занятиям по динамическому программированию
	Самостоятельная работа – 2 часа	Анализ программного обеспечения и онлайн сервисов, особенности их использования для решения конкретных учебных задач
	Практическое занятие – 2 часа	Практическая работа №2. Разработка элемента урока по информатике по динамическому программированию на уровне среднего общего образования
<b>Итоговая аттестация</b>		Зачет по совокупности выполненных практических работ №№1-2 и Теста №1

### Раздел 3. «Формы аттестации и оценочные материалы»

Программой предусмотрена текущая и итоговая аттестация. Текущая аттестация включает в себя две практические работы и тест.

#### 3.1. Текущая аттестация.

Практическая работа №. 1 Решение задач с использованием идей динамического программирования на уровне среднего общего образования.

##### Задача №1

Описание:

Вам необходимо написать программу, которая для введенного числа  $n$ , отвечала бы на вопрос: какое количество различных слов длины  $n$  над алфавитом  $\Sigma = \{a, b\}$  можно составить, при условии, что в конструируемых словах не могут идти подряд два символа  $a$ ?

##### **Входные данные:**

Программа принимает на вход в одной строке одно натуральное число  $n$  ( $1 \leq n \leq 100$ ) – длина рассматриваемых слов над алфавитом  $\Sigma$ .

##### **Выходные данные:**

Программа должна вывести одно число – количество слов длины  $n$  над алфавитом  $\Sigma$ , соответствующих условию задачи.

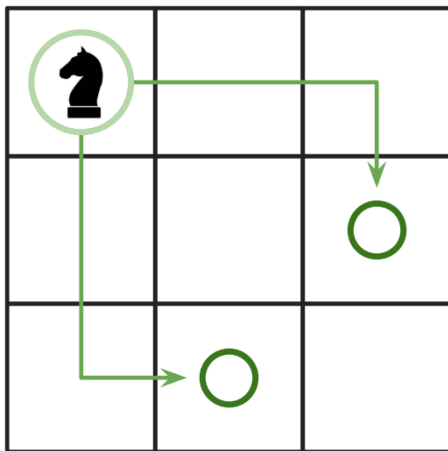
Примеры:

Ввод	Вывод
2	3
10	144

### Задача №2

#### Описание:

На шахматной доске размера  $n \times m$  в *верхней левой* клетке расположен конь. Вам необходимо написать программу, которая определит количество всех возможных путей, с помощью которых данный конь может добраться до *нижней левой* клетки, при условии, что конь может совершать всего два различных хода [как показано на рисунке ниже].



#### Входные данные:

Программа принимает на вход в одной строке два натуральных числа  $n, m$  ( $1 \leq n, m \leq 100$ ) – размерность шахматной доски.

#### Выходные данные:

Программа должна вывести одно число – количество всех возможных путей коня из *верхней левой* клетки в *нижнюю правую*.

Примеры:

Ввод	Вывод
2 3	1
4 7	1
7 7	6

### Задача №3

#### Описание:

Напомним, что последовательность  $A' = \{a'_1, a'_2, a'_3, \dots, a'_k\}$  называется *подпоследовательностью* последовательности  $A = \{a_1, a_2, a_3, \dots, a_n\}$ , если существует *строго возрастающая* последовательность индексов  $\{i_1, i_2, i_3, \dots, i_k\}$  для последовательности  $A$ , такая что  $\forall j \in [1, k]$  будет верно  $a_{i_j} = a'_j$ .



Последовательность  $A'$  называется **общей подпоследовательностью** последовательностей  $A_1$  и  $A_2$ , если  $A'$  является подпоследовательностью последовательности  $A_1$ , так и  $A_2$ .

Вам необходимо написать программу, которая для двух последовательностей  $A_1$  и  $A_2$  найдёт длину их **наибольшей общей подпоследовательности**.

**Входные данные:**

Программа принимает на вход в первой строке одно число  $n$  ( $1 \leq n \leq 10^3$ ) – длину последовательности  $A_1$ . Далее, в одной строке вводятся сами элементы последовательности  $A_1$ , разделённые пробелами.

В третьей строке вводится одно число  $m$  ( $1 \leq m \leq 10^3$ ) – длину последовательности  $A_2$ . Далее, в одной строке вводятся сами элементы последовательности  $A_2$ , разделённые пробелами.

Гарантируется, что абсолютные значения элементов последовательностей не превосходят  $10^4$ .

**Выходные данные:**

Программа должна вывести одно число – длину наибольшей общей подпоследовательности.

*Примеры:*

Ввод	Вывод
4 1 3 2 4 5 3 1 2 7 3	3

*Примечание:* в представленном примере  $\{3, 2, 4\}$  является наибольшей общей подпоследовательностью для представленных двух.

Задача №4

Описание:

Напомним, что **расстоянием Левенштейна** называют метрику, которая определяет расстояние между двумя последовательностями символов как минимальное количество **односимвольных** операций, необходимых для превращения одной последовательности в другую. Под **односимвольными** операциями, в данном случае, понимаются: *вставка произвольного символа, удаление произвольного символа, замена произвольного символа*.

Вам необходимо написать программу, которая для двух последовательностей символов определяет между ними расстояние [по Левенштейну].

**Входные данные:**

Программа принимает на вход в первой строке *строку*  $line_1$  ( $1 \leq |line_1| \leq 10^3$ ). Во второй строке – *строку*  $line_2$  ( $1 \leq |line_2| \leq 10^3$ ). Гарантируется, что строки  $line_1$  и  $line_2$  состоят из *строчных латинских букв*, то есть являются словами над алфавитом строчных латинских букв.

**Выходные данные:**

Программа должна вывести одно число – длину наибольшей общей подпоследовательности.

Примеры:

Ввод	Вывод
cat act	2
ассепт хсепт	2

#### Задача №5

Описание:

Вам необходимо написать программу, которая для заданного числа  $n$  отвечала бы на вопрос и минимальном количестве слагаемых в представлении данного числа в виде суммы кубов.

**Входные данные:**

Программа принимает на вход в одной строке натуральное число  $n$  ( $1 \leq n \leq 10^6$ ).

**Выходные данные:**

Программа должна вывести одно число – минимальное число кубов, сумма которых будет достаточна для представления числа  $n$ .

Примеры:

Ввод	Вывод
8	1
2	2
13	6

#### Задача №6

Описание:

Вам необходимо написать программу, которая для некоторого ориентированное взвешенного графа *без отрицательных циклов* определит минимальное расстояние от вершины  $s$  до вершины  $f$ . В графе могут присутствовать как кратные рёбра, так и петли, вес рёбер может быть отрицательным.

**Входные данные:**

В первой строке вводятся два целых числа  $n, m$  ( $1 \leq n \leq 100, 0 \leq m \leq 10^4$ ) – количество вершин и количество рёбер графа.

В следующих  $m$  строках вводятся тройки чисел в формате  $\langle v_s, v_f, w \rangle$ , где  $v_s$  – стартовая вершина ребра,  $v_f$  – конечная вершина ребра,  $w$  – вес ребра.

В последней строке вводятся два разных числа  $s, f$  ( $1 \leq s, f \leq n$ ), где  $s$  – стартовая вершина,  $f$  – конечная вершина.

**Выходные данные:**

Программа должна вывести одно число – минимальный путь от вершины  $s$  до вершины  $f$ . В том случае, если пути не существует, программа должна вывести  $-1$ .

Примеры:

Ввод	Вывод
4 5	-3

1 2 1 2 3 -2 3 4 4 4 2 -5 1 4	
5 7 1 2 10 1 3 5 2 3 2 2 4 1 3 2 3 3 4 9 4 5 4 1 5	9

**Требования к выполнению практической работы:**

- корректный вывод данных при проверке автоматической системой;
- качество оформления и оптимальность кода;
- аргументированность выбора языка программирования, IDE (при необходимости);
- соблюдение лимита времени (при необходимости);
- корректное выполнение более 3-х заданий.

**Критерии оценивания:** слушатели получают зачет, если практическая работа выполнена с учетом всех требований.

**Оценивание:** зачет/незачет.

Практическая работа № 2. Разработка элемента урока по информатике по динамическому программированию на уровне среднего общего образования.

**Требования к выполнению практической работы:**

- соответствие заданной теме;
- использование ранее подобранного/разработанного дидактического материала в том числе с использованием онлайн сервисов;
- обоснованное использование научных терминов;
- работа выполнена шрифтом Times New Roman, 12 кегль, межстрочный интервал - 1,5. Нумерация страниц – верхний правый угол.

**Критерии оценивания:** слушатели получают зачет, если практическая работа выполнена с учетом всех требований.

**Оценивание:** зачет/незачет.

**Тест №1**

Примерные вопросы теста:

#### Вопрос №1

Какой из предложенных вариантов записи абстрактного класса в C ++ является правильным:

- а) **class A {virtual int f () = 0;}**
- б) **abstract class A {virtual int f () = 0;}**
- в) **class A {virtual int f () = 0;} abstract**

#### Вопрос №2

Отметьте все правильные ответы.

Правовое регулирование программ предпрофессионального образования осуществляется на основе следующих документов:

- **Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»**
- **Федеральные государственные образовательные стандарты основного и среднего общего образования**
- **Приказ Департамента образования и науки города Москвы от 03.07.2023 № 607 «О реализации в государственных образовательных организациях, подведомственных Департаменту образования и науки города Москвы, предпрофессионального образования»**
- **Стратегия развития профильного инженерного обучения определена Указом Президента Российской Федерации «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки» от 07.05.2012 № 599**
- **Федеральный закон Российской Федерации от 29 декабря 2010 г. N 436-ФЗ «О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию»**
- **Федеральный закон "О персональных данных" от 27.07.2006 N 152-ФЗ**

#### Вопрос №3

Какая функция, не будучи компонентом класса, имеет доступ к его защищенным и внутренним компонентам:

- а) Статическая
- б) Дружеская**
- в) Шаблонная
- г) Глобальная

**Критерии оценивания:** тест содержит 13 вопросов. Каждый корректный ответ оценивается в 1 балл. Зачёт - 7 баллов и выше. Максимальное количество баллов 13.

**Оценивание:** зачет/незачет.

### **3.2. Итоговая аттестация**

Зачёт по совокупности выполненных практических работ №№1-2 и Теста №1.

**Оценивание:** зачёт / незачёт.

## Раздел 4. «Организационно-педагогические условия реализации программы»

### 4.1. Учебно-методическое обеспечение и информационное обеспечение программы

#### *Нормативно-правовые документы*

1. Федеральный [закон от 29 декабря 2012 г. N 273-ФЗ](#) «Об образовании в Российской Федерации».
2. [Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ от 18 октября 2013 г. N 544н](#) «Об утверждении профессионального стандарта "Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)" (с изменениями и дополнениями)
3. [Приказ Министерства просвещения РФ от 31 мая 2021 г. № 287](#) «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования»
4. [Приказ Министерства образования и науки РФ от 17 мая 2012 г. N 413](#) «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования»
5. [Приказ Министерства просвещения РФ от 12.08.2022 N 732](#) «О внесении изменений в федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 мая 2012 г. N 413»
6. [Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 18.05.2023 № 370](#) «Об утверждении федеральной образовательной программы основного общего образования»
7. [Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 18.05.2023 № 371](#) «Об утверждении федеральной образовательной программы среднего общего образования»

#### *Основная литература*

1. Батасова В.С., Программирование в примерах и задачах [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов / В. С. Батасова, И. А. Воробьева, И. В. Голубева и др.; под редакцией М. М. Марана. - Санкт-Петербург и др.: Лань, 2024. - 259 с.: табл. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/362825> (дата обращения: 08.02.2024). - Библиогр. в конце кн. - На рус. яз. - ISBN 978-5-507-48041-8.
2. Трофимов В.В., Алгоритмизация и программирование [Электронный ресурс]: учебник для вузов / В. В. Трофимов, Т. А. Павловская; под редакцией В. В. Трофимова. - Москва: Юрайт, 2023. - 137 с. - (Высшее образование). - Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/513269>. - для авторизованных пользователей МПГУ. - На рус. яз. - ISBN 978-5-534-07834-3: 439.00.

#### *Дополнительная литература*

1. Довгалюк П.М. Динамическое программирование и все-все-все: Как решать олимпиадные и «жизненные» программистские задачи / П.М. Довгалюк. — Москва: URSS. Ленанд, 2023. — 200 с. — (Серия «Книга для школьников... И НЕ ТОЛЬКО!»). — ISBN 978-5-9519-3729-2.
2. Окулов, С.М. Динамическое программирование / С.М. Окулов, О.А. Пестов. — Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. — 298 с. — (Серия «Развитие интеллекта школьников»). — ISBN 978-5-9963-0483-7.
3. Рафгарден Т. Совершенный алгоритм. Жадные алгоритмы и динамическое программирование / Тим Рафгарден. — СПб: Питер, 2020. — 256 с. — (Серия «Библиотека программиста»). — ISBN 978-5-4461-1445-0.

#### *Интернет-источники*

1. MAXimal: сайт Максима Иванова. [Электронный ресурс]. URL: <http://e-maxx.ru/algo/> (дата обращения: 22.06.2024).
2. Информатикс: Динамическое программирование. [Электронный ресурс]. URL: <https://informatics.msk.ru/course/view.php?id=9> (дата обращения: 22.06.2024).
3. Яндекс.Контест <https://contest.yandex.ru/>

## **4.2. Материально-технические условия реализации программы**

Компьютер с подключением к сети интернет и перечнем программного обеспечения в соответствии с технической спецификацией, размещённой в СДО ИнфоДа (<https://dpo.mpgu.su/>)

## **4.3. Кадровые условия реализации программы**

Реализацию программы обеспечивают специалисты Института математики и информатики ФГБОУ ВО МПГУ. Требования к квалификации кадров, обеспечивающих реализацию дополнительной профессиональной программы: наличие высшего педагогического образования, опыт работы не менее 3 лет в сфере ВО, наличие ученой степени.