



МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ЮрГГПУ»)

ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ, ФИЗИКИ, ИНФОРМАТИКИ  
КАФЕДРА ИНФОРМАТИКИ, ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МЕТОДИКИ  
ОБУЧЕНИЯ ИНФОРМАТИКЕ

**Применение кейс-метода при решении задач на тему «Графы»**  
Выпускная квалификационная работа  
по направлению 44.03.05 Педагогическое образование  
(с двумя профилями подготовки)  
Направленность программы бакалавриата  
«Информатика. Математика»  
Форма обучения заочная

Проверка на объем заимствований:

64,56 % авторского текста  
Работа рекомендуется к защите  
рекомендована/не

рекомендована  
«14» марта 2024 г.  
зав. кафедрой ИИТиМОИ  
Рузаков А.А.

Выполнила:

Студентка группы ЗФ-613-111-5-1  
Исаева Кристина Владимировна

Научный руководитель:

к.п.н., доцент кафедры ИИТиМОИ  
Дмитриева О.А.

Челябинск  
2024



МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ГУМАНИТАРНО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)

ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ, ФИЗИКИ, ИНФОРМАТИКИ  
КАФЕДРА ИНФОРМАТИКИ, ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И МЕТОДИКИ  
ОБУЧЕНИЯ ИНФОРМАТИКЕ

**Применение кейс-метода при решении задач на тему «Графы»**  
**Выпускная квалификационная работа**  
**по направлению 44.03.05 Педагогическое образование**  
**(с двумя профилями подготовки)**  
**Направленность программы бакалавриата**  
**«Информатика. Математика»**  
**Форма обучения заочная**

Проверка на объем заимствований:  
\_\_\_\_\_ % авторского текста  
Работа \_\_\_\_\_ к защите  
\_\_\_\_\_ рекомендована/не  
рекомендована  
« \_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2024 г.  
зав. кафедрой ИИТиМОИ  
\_\_\_\_\_ Рузаков А.А.

Выполнила:  
Студентка группы ЗФ-613-111-5-1  
Исаева Кристина Владимировна

Научный руководитель:  
к.п.н., доцент кафедры ИИТиМОИ  
\_\_\_\_\_ Дмитриева О.А.

Челябинск  
2024

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ КЕЙС-МЕТОДА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ НА ТЕМУ «ГРАФЫ» .....	5
1.1 Понятие кейс-метода .....	5
1.2 Приемы и методы кейс-технологий .....	14
1.3 История возникновения теории графов.....	17
Вывод по главе 1 .....	21
ГЛАВА 2. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА ПО ПРИМЕНЕНИЮ КЕЙС-МЕТОДА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ НА ТЕМУ «ГРАФЫ» .....	23
2.1 Анализ учебной литературы, относительно темы исследования ...	23
2.2 Разработка кейсов для решений задач на тему «Графы» .....	31
2.3 Организация занятий по теме «Графы» с использованием кейс-метода .....	38
Вывод по главе 2 .....	49
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	51
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	52

## ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Информатика, как учебный предмет, не акцентирует внимание на изучении основ теории графов, хотя их применение может быть весьма полезным. В некоторых учебниках встречаются задания, в которых данные представлены в виде графов, но их количество ограничено и они обычно представлены в качестве дополнительной информации. Однако, задачи, решаемые с использованием графов, довольно часто встречаются на экзаменах по информатике.

В результате проведенного анализа становится очевидным, что проблема заключается в ограниченном освещении темы графов в школьной программе по информатике, что может затруднить успешную подготовку к экзамену. Поэтому возникают важные вопросы о том, как и когда следует вводить обучение основам теории графов для учащихся, а также как заинтересовать школьников в изучении этого увлекательного материала.

Одним из наиболее эффективных методов организации таких учебных занятий является использование внеурочной деятельности. В частности, широкое внедрение кейсов в изучение темы графов может стать ключевым элементом успешного обучения. При использовании кейс-метода учащиеся развивают не только понимание теоретических концепций, но и важные практические навыки.

Кейс-метод способствует развитию коммуникативных навыков, поощряет творческое мышление и способствует умению работать как индивидуально, так и в коллективе. Этот метод обучения помогает учащимся принимать решения в условиях ограниченной или избыточной информации, что развивает у них навыки анализа и критического мышления.

Особенно ценно в подходе к обучению с помощью кейсов то, что это не только позволяет учащимся понять связь между теорией и практикой, но также обучает их применять эти знания на практике, что значительно повышает их мотивацию и интерес к изучаемой теме. Таким образом, внедрение метода кейсов в обучение теории графов может стать ключом к успешному и увлекательному освоению этого важного материала. При всех преимуществах применения данного метода в образовании, разработанных кейсов по теме «Графы» очень мало, что обуславливает актуальность выбранной темы исследования: Применение кейс-метода при решении задач на тему «Графы».

**Объект исследования:** кейс-метод.

**Предмет исследования:** применение кейс-метода при решении задач на тему «Графы».

**Цель данного исследования:** изучить теоретические аспекты применения кейс-метода и разработать кейсы для решения задач на тему «Графы».

**Задачи исследования:**

- рассмотреть технологии работы с кейсом в учебном процессе,
- проанализировать методы кейс–технологии,
- изучить историю возникновения теории графов,
- проанализировать учебники и контрольно-измерительные материалы государственной итоговой аттестации на предмет наличия задач, решаемых с помощью графов,
- разработать кейсы для решения задач на тему «Графы».

**Практическая значимость** обусловлена возможностью использования методических разработок в процессе обучения девятиклассников с целью увеличения мотивации в изучении графов, эффективности занятий и повышения качества знаний учащихся.

# ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ КЕЙС-МЕТОДА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ НА ТЕМУ «ГРАФЫ»

## 1.1 Понятие кейс-метода

В нашем исследовании термины «кейс-метод», «кейс-технология», «Метод конкретных ситуаций» обозначают одно и то же.

Кейс-метод (case study) – это метод обучения, основанный на анализе реальных ситуаций или случаев. Он предполагает обсуждение конкретной ситуации, проблемы или случая, которые могут быть связаны с профессиональной деятельностью учащихся или представлять для них теоретический или практический интерес. Кейс может быть представлен в виде текста, видео, аудио или других мультимедийных материалов. Учащиеся анализируют кейс, выявляют проблемы и предлагают решения, обсуждают различные точки зрения и принимают решения.

Метод конкретных ситуаций (англ. Case method, кейс-метод, метод кейсов, метод ситуационного анализа) – техника обучения, использующая описание реальных экономических, социальных и бизнес-ситуаций. Обучающиеся должны исследовать ситуацию, разобраться в сути проблем, предложить возможные решения и выбрать лучшее из них. Кейсы основываются на реальном фактическом материале или же приближены к реальной ситуации [24, с. 125].

Рассмотрим определение «кейс-технологии» данное разными авторами. Например, Шимутина Е.В. дает следующее определение: кейс-технология – «это технология взаимодействия для краткосрочного обучения на основе вымышленных или реальных ситуаций, направленная не только на усвоение знаний, но и на формирование у обучающихся новых качеств и умений» [26, с.174].

Абдукадыров А.А. определяет кейс-технологию как «современную образовательную технологию, основанную на анализе проблемной

ситуации, сочетающей в себе одновременно ролевые игры, проектные методы, и ситуационный анализ» [13, с.15].

По мнению Деркача А. М. кейс-технология – это «активный метод обучения, основанный на организации преподавателем в группе обучающихся обсуждения задания, представляющего собой описание конкретной ситуации с явной или скрытой проблемой» [11, с.22]. Главная цель этой технологии – развить умение работать с различными проблемами и находить их решения.

По мнению большинства исследователей, кейс-технология – это анализ конкретной ситуации, которая требует применения полученных знаний на практике.

Таким образом, термин «кейс-технология» можно трактовать как инновационную интерактивную методику краткосрочного обучения, базирующуюся на анализе проблемных ситуаций и ориентированную не только на получение знаний учащимися, но и на развитие у них новых навыков и качеств.

Основные виды кейсов по признакам классификации представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Виды кейсов

<i>По целям обучения</i>			
Кейс направленный на развитие оценочной и аналитической деятельности	кейс, который направлен на развитие умения как принимать решение, так и находить решение проблемы	кейс, служащий в качестве иллюстрацией к проблеме и способу ее решения	
<i>По сочетанию приемов и средств обучения</i>			
<u>кейс-изложение.</u> Этот кейс, который представлен в виде рассказа о ситуации и возможных действиях в условиях этой ситуации, а также о выводах по итогам решения ситуации.	<u>кейс-иллюстрация.</u> Этот кейс имеет ряд сведений, на основе которых можно создать свое решение.	<u>кейс–практическая задача</u> В этом кейсе содержится информация, предполагающее всесторонний анализ ее и поиск наиболее эффективного решения.	<u>Кейс с вопросами</u> В этом кейсе обязательно имеются структурированные задания в виде вопросов после основного объема информации.

Продолжение таблицы 1

<b><i>По приближенности к практической деятельности</i></b>		
Практические кейсы		научно- исследовательские кейсы
<b><i>По типу получаемого результата</i></b>		
<u><i>проектные</i></u> В этом случае в качестве результата получают программу действий по преодолению проблемы, сложившейся в ситуации.	<u><i>проблемные.</i></u> В этом случае результатом работы над кейсом является определение и формулирование проблемы и обязательно оценка сложности решения.	
<b><i>По источнику информации</i></b>		
<u><i>реальные.</i></u> За основу кейса берется реальная ситуация в реально существующей компании, информация о которой получается непосредственно из источника входе целенаправленного сбора информации.	<u><i>Условно- реальный.</i></u> В основе кейса лежит найденная, отобранная и структурированная в кейс информация, которая появляется в СМИ: газетах, журналах, новостных, порталах, буклетах, информации с презентаций и выставок, а также на сайтах самих организаций	<u><i>вымышленный.</i></u> Ситуации, которые являются условными, разработанными учителями в дидактических целях

Методика кейс-технологий была впервые введена в учебный процесс в Гарвардской школе бизнеса еще в 1908 году. В России же активное использование кейс-технологий в образовании началось всего несколько лет назад, примерно пять-шесть лет назад. Применение кейс-технологий позволяет учащимся лучше понимать, как применять теоретические знания на практике, а также развивает аналитические навыки, критическое мышление и умение принимать решения. Этот метод помогает преодолеть разрыв между теорией и практикой, что делает обучение более интересным и результативным. С каждым годом кейс-технологии становятся все более популярными в образовательных учреждениях по всему миру, включая Россию. Он способствует формированию уверенности и умению принимать обоснованные решения в сложных ситуациях у школьников.

«Эта технология развивает у учащихся креативное и логическое мышление, умение выслушивать альтернативную точку зрения и формировать собственную, применять и анализировать эффективность



применения собственных логических, аналитических и творческих способностей и навыков; а также, развивает умение коммуникации и работы в команде для поиска наиболее рационального решения» [9, с. 170].

На сегодняшний день данный метод активно применяется в учебной практике как в среднем, так и в высшем образовании, демонстрируя отличные результаты. Более того, его успешная адаптация позволяет использовать его в качестве обучающего инструмента для различных предметов, включая информатику, в школьной программе.

«Школьники, особенно в старших классах, позитивно относятся к этому методу, кейс-технология позволяет им сформировать, показать и доказать свое мнение, что способствует становлению личности, формирует позитивное отношение и мотивацию к обучению.

Кейс-метод подразумевает изучение опыта конкретной организации и применение тех или иных решений при возникновении определенной задачи, а также изучение абстрактной ситуации и ее анализ.

Кейс-метод подразумевает применение вымышленных ситуаций для того, чтобы научиться решать наиболее типичные, в методе конкретных ситуаций вымышленные случаи, как правило, не используются, берутся только действительно произошедшие, т.е. конкретные ситуации» [16, с.32].

Кейс-метод играет важную роль в развитии аналитических способностей учащихся путем изучения конкретных ситуаций. В отличие от метода конкретных ситуаций, где ученики ориентируются на готовые решения или уже существующие подходы, кейс-метод требует от учащихся предложить собственное, уникальное решение или проанализировать принятые варианты.

Отметим преимущества и недостатки применения метода кейс-технологий в обучении.

#### **Преимущества:**

1. Кейс-технологии представляют собой уникальный подход к обучению, поскольку они обладают интенсивным практическим уклоном.

В процессе работы с кейсом учащийся временно принимает роль руководителя ситуации, что дает ему возможность самостоятельно управлять процессом и принимать важные решения.

2. Применение кейс-технологий позволяет обучающимся не только изучать теорию, но и непосредственно применять ее на практике через конкретные сценарии. Этот подход позволяет учащимся осваивать как стандартные, так и нетрадиционные методы решения проблем, а также развивать навык нахождения альтернативных путей решений.

3. Учащиеся в процессе работы с кейсами получают возможность свободного общения и обмена мнениями с другими участниками дискуссии. Каждому студенту предоставляется шанс высказать свою точку зрения на решение конкретной ситуации, что способствует развитию коммуникативных навыков.

4. Преподаватель получает возможность тщательно оценивать знания и навыки учащихся, следя за их дискуссиями и представленными ими презентациями по решению позиционных задач. Также важно отметить, что преподаватель может использовать коллективный разум и опыт, накопленный учащимися в процессе работы над кейсами.

5. К использованию кейсов связаны и преимущества в плане оптимизации учебного времени, поскольку кейсы обычно выдаются учащимся перед началом урока, что позволяет использовать время на занятиях более эффективно и энергично.

#### **Недостатки:**

1. Кейс как образовательный инструмент может иметь разнообразные варианты решений, что создает сложности для учителя при оценке работ учеников и требует способности находить компромиссы между запланированным курсом и предложениями, выносимыми на обсуждение в рамках кейса. Это требует дополнительного умения адаптироваться к различным ситуациям и оценивать творческие подходы учеников.

2. Разработка кейсов – трудоемкий процесс, который требует значительных усилий и времени со стороны учителя. Это означает, что подготовка кейсов к урокам – ответственное и интенсивное занятие, которое требует тщательного планирования и организации.

3. Не каждая тема, представленная в школьной программе, подлежит оформлению в виде кейса из-за особенностей материала или предметной области. Использование кейс-технологий может быть ограничено определенными предметами или темами из-за их специфики.

4. Продолжительное применение кейсов как метода обучения может сформировать привычку к яркой мотивации у учащихся и, в результате, уменьшить интерес к темам, которые изучаются без использования кейс-технологий. Это требует баланса в использовании различных методов обучения для поддержания интереса учащихся к учебному процессу.

Выделим некоторые особенности кейс-метода:

1. Кейс-метод представляет собой интересную разновидность исследовательской работы, а также можно рассматривать его как один из вариантов проектной методики, поскольку он включает в себя разработку стратегии решения проблемы, выдвинутой в кейсе. Таким образом, кейс играет роль не только объекта исследования, но и источника данных для разработки плана действий, как это часто бывает в проектной деятельности.

2. Кейс-метод может использоваться как для группового, так и для индивидуального обучения, что делает его универсальным инструментом в педагогике. Групповые обсуждения кейсов способствуют коллективному развитию и обмену знаниями, в то время как индивидуальное изучение кейса позволяет учащимся глубже погрузиться в проблему.

3. Применение кейс-метода способствует созданию обстановки успеха, которая является мощным стимулом для формирования позитивной мотивации у учащихся к учебной деятельности. Этот подход поощряет активное поиск знаний, стимулирует исследовательскую

активность и нацеленность на достижение успеха. Главная задача учителя при применении данного метода – это создать максимально интересную для обучающихся ситуацию.

Кейс-технологии способствуют развитию широкого спектра навыков:

– *Аналитические навыки:* умение выделять ключевые данные, проводить классификацию информации, анализировать, аргументировать и систематизировать данные, а также четко и логично мыслить.

– *Практические навыки:* благодаря сниженной сложности проблемы, представленной в кейсе по сравнению с реальной жизненной ситуацией, учащиеся могут более эффективно применять теоретические знания на практике, преодолевая трудности и становясь более уверенными в своих навыках.

– *Творческие навыки:* для успешного решения кейса важно умение находить креативные и нетрадиционные подходы к задачам, развивая способность генерировать новаторские идеи.

– *Коммуникативные навыки:* работа с кейсами способствует развитию умения вести дискуссии, убеждать собеседников, аргументировать свою точку зрения, представлять убедительные аргументы и составлять краткие резюме.

– *Социальные навыки:* обсуждение случаев в группе способствует развитию навыков слушания, взаимодействия с коллегами, умению поддерживать диалог, контролировать свои эмоции и аргументировать свою позицию.

– *Самоанализ:* умение анализировать свои собственные убеждения и взгляды, осознавать различия в точках зрения, а также анализировать мнения других людей способствует развитию навыков самосознания и самоконтроля.

В комплектацию кейса для образовательного процесса должно входить следующее:

- текст с ситуацией, проблемой для обсуждения;
- если необходимо, то приложения, в которых представлена дополнительная информация;
- выводы в виде предлагаемого решения и возможные последствия принятого решения;
- методические пояснения для учителя, а также приведен разбор ситуации с точки зрения автора.

При организации занятий с использованием кейс-технологий можно выделить несколько ключевых этапов: подготовительный и этап проведения, который дополнительно подразделяется на ознакомительный, аналитический и заключительный.

На подготовительном этапе инициативой занимается преподаватель, который не только формулирует задание и описывает контекст кейса, но и определяет цели обучения, разрабатывает методические рекомендации для успешного решения задачи и критерии оценки работы учеников.

Далее, преподаватель выдвигает основной вопрос или набор вопросов, центральных для данного кейса, которые будут являться центром внимания обучающихся в процессе решения задачи.

На этапе проведения занятия сначала происходит знакомство с кейсом, где преподаватель представляет обучающимся ситуацию, описанную в кейсе, и мотивирует их к поиску решений. Стимулируется обсуждение и анализ ситуации, а также активное участие учащихся в процессе поиска решения задачи.

Для решения кейса обычно используется следующая последовательность действий:

1. Ознакомление с контекстом и погружение в ситуацию.
2. Выявление основной проблемы в случае - либо преподавателем самостоятельно, либо в рамках групповой дискуссии, где выявляются ключевые противоречия и сложности ситуации.

3. Формулировка проблемы и отбор наиболее адекватных вариантов ее раскрытия в результате обсуждений в формате общего мозгового штурма и аналитических дискуссий.

4. Поиск возможных гипотетических решений и альтернативных выходов из сложившейся ситуации на основе коллективного мозгового штурма и презентации предварительных решений от небольших групп.

5. Проверка и обсуждение представленных рабочих гипотез во время общей дискуссии при участии преподавателя. При необходимости ученики могут обратиться к дополнительным источникам информации, что требует готовности преподавателя предоставить дополнительные материалы и литературу. Кроме того, дополнительная информация может быть предоставлена при логическом анализе ситуации.

6. Принятие совместного коллективного решения.

7. Обоснование и аргументация принятого решения.

8. Проведение обсуждения и рефлексии о ходе решения кейса для выявления ключевых моментов и уроков, которые можно извлечь из этого процесса.

Эффективное использование кейсов в процессе обучения предполагает наличие определенных навыков и умений у учащихся, помимо их академической подготовки. От учащихся требуется развитие навыков самостоятельной работы, способности к анализу текстов и глубокому погружению в изучаемую тему. Кроме того, важно умение эффективно общаться и коллективно решать проблемные вопросы. Однако, если обучающиеся имеют недостаточный уровень подготовки или низкую мотивацию, это может привести к поверхностному рассмотрению кейса и упущению ключевых аспектов ситуации. Поэтому, использование кейсов в обучении требует от преподавателей особых подходов, чтобы обеспечить максимальную эффективность процесса обучения и достижение поставленных целей.

## 1.2 Приемы и методы кейс-технологий

Существуют три стратегии использования комбинации различных методов и подходов в процессе обучения с применением кейс-технологий:

1. Преподаватель может предоставлять подсказки и дополнительную информацию в виде дополнительных вопросов для учеников в процессе работы над кейсом.

2. Преподаватель самостоятельно предлагает правильный ответ или подтверждает выбранное учениками направление действий.

3. Преподаватель предоставляет ученикам полную свободу действий, осуществляя оценку решения кейса на этапе его презентации и последующей обсуждения.

Таким образом, кейс-технология является эффективным инструментом для применения теоретических знаний на практике. Она способствует развитию у школьников умения мыслить креативно и нестандартно, выстраивать аргументированные доводы, а также умению слушать и высказывать мнения. Кейс-технология также способствует развитию оценочных, аналитических, исследовательских и познавательных навыков, а также умению работать в коллективе и находить оптимальные решения для поставленных задач.

**Основными методами кейс-технологий являются следующие:**

1. **Метод инцидентов.** Этот метод фокусируется на процессе поиска информации. Целью является стимулирование учеников к самостоятельному сбору, систематизации и анализу информации. Учащимся предоставляется кейс не в полном объеме, обычно начинается с фраз типа «Случилось...» или «Произошло...».

2. **Метод разбора деловой корреспонденции.** В основе этого метода лежит работа с официальными документами, связанными с конкретной организацией или ситуацией. Участники получают одинаковые наборы

документов от преподавателя, и каждый из них играет роль ответственного за «входящую корреспонденцию», решая связанные с этим задачи.

**3. Игровое проектирование кейса.** Этот подход направлен на создание или улучшение проектов. Участники разделяются на группы, каждая из которых разрабатывает свой уникальный проект различных типов: исследовательский, креативный, аналитический и другие.

**4. Ситуационно-ролевая игра.** Цель этой игры заключается в создании сценария перед аудиторией, после чего участникам предоставляется возможность оценить действия и поведение других. Ролевая игра является одним из самых часто используемых видов этого метода.

**5. Метод дискуссии.** Этот метод предполагает обсуждение определенного вопроса с соблюдением определенных процедурных правил. Групповые и межгрупповые дискуссии относятся к интенсивным формам обучения, где происходит обмен мнениями и идеями. [20, с. 119].

Выделим особенности использования кейс-метода на уроках информатики.

Использование кейс-метода при обучении информатике представляет собой один из ключевых способов развития самостоятельных навыков учеников в этой области. Теория и практика обучения информатике через кейс-метод играют значительную роль в проведении практических занятий. Этот метод позволяет школьникам применять свои теоретические знания на практике и способствует развитию их критического мышления.

Однако, в настоящее время наблюдается недостаточное внимание к организации самостоятельного изучения предмета информатики как в теории, так и в практике образования. Применение кейс-метода при обучении информатике может способствовать формированию понимания основных проблем, с которыми сталкиваются специалисты в данной



области. Этот метод способен развивать гибкость мышления у учащихся, их способность к поиску новаторских подходов и выработке выводов.

Изучение школьной практики по информатике показывает, что задания, требующие рассмотрения предметов с нетрадиционной точки зрения, обычно вызывают сложности у учеников из-за отсутствия практики в решении нестандартных задач. Развитие способности рассматривать один и тот же объект из разных ракурсов представляется как сложная задача. Однако, овладение этим навыком возможно через направление процесса обучения на развитие творческих способностей учеников с использованием системы кейсов для исследования.

Чтобы поддерживать интерес школьников на протяжении урока, необходимо использовать визуальные материалы и иллюстрации. Презентация должна быть тщательно продумана, чтобы позволить учащимся увидеть вопрос под разными углами. Систематическое использование метода кейсов в течение учебного года способствует формированию у школьников навыка решения проблемных ситуаций.

Кейсы могут также эффективно использоваться на уроках информатики для изучения социальных аспектов информатики, архитектуры ПК и других тем. В частности, использование мультимедийных кейсов представляется наиболее эффективным. Этот подход позволяет студентам разрабатывать собственные мультимедийные приложения, что способствует активному обучению информатике и технологиям.

Интеграция кейс-метода в обучение информатике воплощает компетентностный подход на практике, что модернизирует методику преподавания информатики, обогащает содержание предмета и способствует развитию студентов. Преимущества использования кейс-технологий на уроках информатики включают, во-первых, стимулирование интереса к информационным объектам и активное участие учащихся в учебном процессе. Во-вторых, они сильно повышают мотивацию учеников

их к самостоятельному изучению данного предмета. Кроме того, кейс-технологии способствуют формированию навыков организации информации, ее представления, создания информационных объектов с использованием внутреннего представления человека, а также передачи информации и коммуникации. Благодаря кейс-технологиям также улучшается процесс социализации учеников. И, наконец, они успешно применяются на практике в комбинации с деловыми играми, что существенно расширяет возможности применения данных технологий.

### 1.3 История возникновения теории графов

Теория графов впервые была предложена выдающимся математиком и теоретиком Леонардом Эйлером в 1736 году. Идея теории графов возникла из попытки решения известной задачи о мостах в Кенигсберге, которая со временем стала классической задачей данной теории.

Кенигсберг, древний город в Пруссии (ныне Калининград, Россия), расположенный на берегу реки Преголя, стал источником неразрешимой загадки: в городе существовало семь мостов, связывающих четыре острова. Жители города задавались вопросом, существует ли такой маршрут, по которому можно было бы пройти по каждому мосту только один раз и вернуться в исходную точку.

Задача о мостах в Кенигсберге привлекла большое число умов, которые попытались разгадать эту головоломку, однако никто так и не смог найти решение.

13 марта 1736 года Эйлеру удалось выявить способ, позволяющее определить, существует ли возможность пройти по каждому мосту один раз и вернуться на место старта. Эйлер пишет письмо итальянскому математику и инженеру Мариони, авторитетному инженеру, с которым Эйлер вёл переписку по самым разным вопросам науки и техники.

Перевод латинского текста, который взят из письма Эйлера к итальянскому математику и инженеру Маринони, отправленного из Петербурга 13 марта 1736 года:

«Некогда мне была предложена задача об острове, расположенном в городе Кенигсберге и окруженном рекой, через которую перекинута семь мостов. Спрашивается, может ли кто-нибудь непрерывно обойти их, проходя только однажды через каждый мост. И тут же мне было сообщено, что никто еще до сих пор не мог это проделать, но никто и не доказал, что это невозможно. Вопрос этот, хотя и банальный, показался мне, однако, достойным внимания тем, что для его решения недостаточны ни геометрия, ни алгебра, ни комбинаторное искусство... После долгих размышлений я нашел легкое правило, основанное на вполне убедительном доказательстве, с помощью которого можно во всех задачах такого рода тотчас же определить, может ли быть совершен такой обход через какое угодно число и как угодно расположенных мостов или не может.

Кенигсбергские же мосты расположены так, что их можно представить на рисунке 1, на котором А обозначает остров, а В, С и D – части континента, отделенные друг от друга рукавами реки. Семь мостов обозначены буквами a, b, c, d, e, f, g»[23, с. 49]:

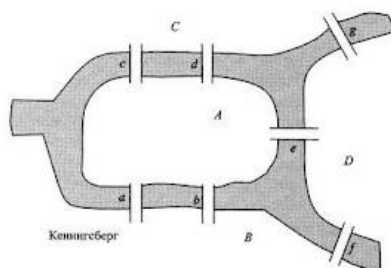


Рисунок 1 – Кенигсбергские мосты

В связи со способом, который обнаружил для решения подобных задачи, Эйлер писал:

«Это решение по своему характеру, по-видимому, имеет мало отношения к математике, и мне непонятно, почему следует скорее от

математика ожидать этого решения, нежели от какого-нибудь другого человека, ибо это решение подкрепляется одним только рассуждением, и нет необходимости привлекать для нахождения этого решения какие-либо законы, свойственные математике. Итак, я не знаю, каким образом получается, что вопросы, имеющие совсем мало отношения к математике, скорее разрешаются математиками, чем другими» [23, с. 52].

Так, возможно ли пройти по всем мостам Кенингсберга, переходя через каждый из них только один раз? Для получения ответа, мы продолжим рассмотрение письма Эйлера, которое было написано к Маринони:

«Вопрос состоит в том, чтобы определить, можно ли обойти все эти семь мостов, проходя через каждый только однажды, или нельзя. Мое правило приводит к следующему решению этого вопроса. Прежде всего, нужно смотреть, сколько есть участков, разделенных водой, таких, у которых нет другого перехода с одного на другой, кроме как через мост. В данном примере таких участков четыре – А, В, С, D. Далее нужно различать, является ли число мостов, ведущих к этим отдельным участкам, четным или нечетным. Так, в нашем случае к участку А ведут пять мостов, а к остальным – по три моста, т. е. Число мостов, ведущих к отдельным участкам, нечетно, а этого одного уже достаточно для решения задачи.

Когда это определено, применяем следующее правило: если бы число мостов, ведущих к каждому отдельному участку, было четным, то тогда обход, о котором идет речь, был бы возможен, и в то же время можно было бы начать этот обход с любого участка. Если же из этих чисел два были бы нечетные, ибо только одно быть нечетным не может, то и тогда мог бы совершиться переход, как это предписано, но только начало обхода непременно должно быть взято от одного из тех двух участков, к которым ведет нечетное число мостов. Если бы, наконец, было больше двух участков, к которым ведет нечетное число мостов, то тогда такое движение вообще невозможно... если можно было привести здесь другие,

более серьезные задачи, этот метод мог бы принести еще большую пользу и им не следовало бы пренебрегать» [23, с. 53].

Таким образом, Эйлер стал первым человеком, который смог сформулировать решение задачи Кенигсбергских мостов. При этом Эйлер пишет: «Если бы можно было привести здесь другие, более серьезные задачи, этот метод мог бы принести ещё большую пользу и им не следовало бы пренебрегать. Петербург, 13 марта 1736» [23, 55].

Казалось бы, ребус, детская забава – а из неё выросла целая наука – теория графов.

Продолжительное время после возникновения концепции графов, над их исследованием трудились выдающиеся математики, такие как Кениг (1774-1833), Гамильтон (1805-1865), а из современных представителей – К. Берж, О. Оре, А. Зыков. Однако, несмотря на длительный период развития исследований, термин «граф» был официально введен в научный оборот лишь спустя двести лет, в 1936 году, благодаря трудам венгерского математика. Значительный прогресс в теории графов начал набирать обороты с 1950-х годов XX века, в связи со становлением кибернетики и появлением новейших компьютерных технологий.

Теория графов в процессе своего развития нашла применение в различных областях, таких как транспортная логистика, компьютерная наука, электроника, социология, логистика, телекоммуникации, физика и другие. В современности данная теория играет важную роль в разработке алгоритмов и оптимизации систем. Она помогает выявлять ключевые элементы и связи в сетевых структурах, находить оптимальные маршруты и решать различные задачи, связанные с ними. Вклад в развитие теории графов внесли многие ученые, включая Густава Кирхгофа, Артура Кайли, Вильгельма Петерсена и других.

Таким образом, теория графов вышла далеко за рамки детской забавы и стала серьезной наукой, изучающей связи и структуры в

различных системах. Её приложения находятся повсюду в нашей повседневной жизни и играют важную роль в разных областях знаний.

### Вывод по главе 1

В первой главе мы рассмотрели понятие кейс-технологии, их виды, методы и принципы создания, проанализировали преимущества и недостатки применения данной технологии в обучении.

Использование кейсов в процессе обучения требует не только подготовленности обучающихся, но и наличия определенных навыков и умений. Это предполагает развитие самостоятельной работы и способность анализировать тексты, а также глубоко погружаться в изучаемую тему. Важно также уметь эффективно коммуницировать и находить решения для проблемных вопросов.

Теория графов впервые была предложена математиком Леонардом Эйлером в 1736 году. Идея теории графов возникла из попытки решить проблему Кенигсбергских мостов. История началась, с простой загадки: в городе было семь мостов, связывающих четыре острова. Местные жители интересовались, существует ли маршрут, который позволил бы пройти по каждому мосту один раз и вернуться на место старта.

Математик решил абстрагироваться от физических деталей и представить мосты в виде линий и точек, называемых вершинами. Таким образом, он создал первый графический абстрактный объект, который позже стал называться графом. В теории графов вершины обозначаются точками, а ребра – линиями, соединяющими вершины.

Таким образом, кейс-технология представляет собой значительный инструмент применения теоретических знаний, навыков и умений к решению реальных задач. Она не только способствует учащимся в развитии своей готовности к творческому и нетрадиционному мышлению, но и в умении аргументированно выражать свои взгляды, выслушивать мнения других. Применение кейс-технологии также способствует

развитию оценочных, аналитических, исследовательских и когнитивных способностей, а также умению эффективно работать в коллективе и находить оптимальные решения для поставленных задач по конкретной теме, такой как «Графы».

## ГЛАВА 2. ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА ПО ПРИМЕНЕНИЮ КЕЙС-МЕТОДА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ НА ТЕМУ «ГРАФЫ»

### 2.1 Анализ учебной литературы, относительно темы исследования

Не смотря на то, что применение графов для решения задач делает решения более наглядными, в последнее время данная тема не была выделена в качестве отдельного урока. Графы играют важную роль в информатике и используются в различных областях, таких как моделирование, алгоритмизация и компьютерные сети. Более того, задачи с использованием графов встречаются на экзаменах ОГЭ и ЕГЭ по информатике.

Согласно ФГОС ООО 2010, информатика изучалась в 7-9 классах или в 8-9 классах, но теория графов в учебной программе не предусматривалась. Поэтому изучение теории графов могло быть проведено только в 9 классе, а также на предпрофильных курсах.

Согласно обновленной версии ФГОС ООО, теория графов включена в учебный план информатики для 9 классов. В федеральной образовательной программе по информатике содержится подробное описание темы «Моделирование как метод познания», в рамках которой изучается теория графов и ожидаемые результаты обучения.

Проанализируем учебники, в которых содержатся задачи, решение которых требует использования графов.

В рабочей тетради к учебнику Л.Л. Босовой «Информатика 7 класс» имеется задача №38: «Сколько существует различных последовательностей из символов «+» и «-» длиной ровно три символа?» [8, с.98].

Решение, которое представлено в решебнике и поурочном планировании, базируется на изображении все возможных комбинаций в виде графа (схемы), называемом деревом (рисунок 2).



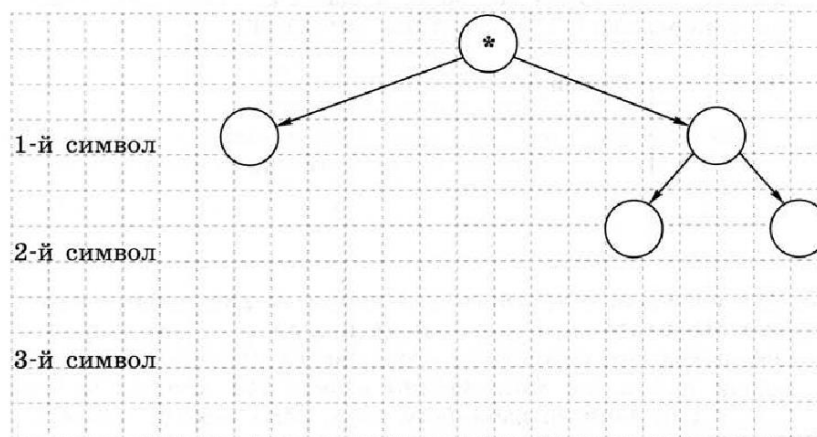


Рисунок 2 – Граф, к решению задачи №38

Особый упор отводится в 9 классе при изучении раздела «Моделирование как метод познания» темы «Графические информационные модели». Здесь впервые озвучены определения «граф», «вершина», «ребра», виды графов и рассмотрены различные примеры задач.

Например, задача про схему дорог (рисунок 3) [7, с. 25]

**Пример 1.** На рисунке 1.7 изображена схема дорог, связывающих торговые точки  $A, B, C, D, E$ . По каждой дороге можно двигаться только в направлении, указанном стрелкой. Сколько существует различных путей от точки  $A$  до точки  $E$ ?

**Рис. 1.7.** Схема дорог, представленная ориентированным графом

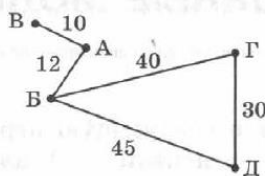
Рисунок 3 – Пример задача из учебника Босовой Л.Л. «Информатика»

В этом же учебнике на закрепление темы предложены 7 задач на всевозможные виды графов.

Кроме этого, следующая тема учебника «Табличные информационные модели» также рассматривается с точки зрения использования графов.

В рабочей тетради к учебнику Л.Л. Босовой «Информатика 9 класс», есть задача № 48, которая показывает взаимосвязь между таблицей и графом (рисунок 4) [5, с. 48].

48. На схеме представлены дороги, соединяющие населенные пункты А, Б, В, Г, Д, и протяженность дорог в километрах. Представьте эту же информацию в табличной форме.



	А	Б	В	Г	Д
А	×	12	10		
Б	12	×		40	45
В	10		×		
Г		40		×	30
Д		45		30	×

Рисунок 4 – Решение задачи №48

При анализе различных подходов к решению задач ОГЭ по информатике можно отметить неопределенность во многих из них. Рассматривая задания ОГЭ по информатике, можно выделить две конкретные задачи, к которым применим метод решения с использованием графов. В контрольно-измерительных материалах ОГЭ по информатике эти задачи обозначены как 4 и 9. Ниже представлены постановки этих задач и два возможных метода их решения:

**Задание №4 ДемOVERсия ОГЭ 2024.**

Между населенными пунктами А, В, С, D, E построены дороги, протяженность которых (в километрах) приведена в таблице (рисунок 5).

Определите длину кратчайшего пути между пунктами А и E, проходящего через пункт С. Передвигаться можно только по дорогам,

протяженность которых указана в таблице. Каждый пункт можно посетить только один раз.

	A	B	C	D	E
A		1	4	3	7
B	1		2	5	
C	4	2		3	
D	3	5	3		2
E	7			2	

Рисунок 5 – Задание № 4 демоверсии ОГЭ 2024

1 способ без графа

Решение

- В пункт E можно приехать из пункта A, D.
- Первый вариант из A в E не подходит, т.к. есть условие через C.
- Дорога ACDE=4+3+2 = 9 км., на этом не останавливаемся, т.к. необходимо проанализировать всевозможные варианты
- Но в C можно приехать не только из A, но и из B и D.
- Дорога ABC DE = 1+2+3+2 =8 км.
- Дорога из D в C не рассматривается, т.к. происходит петля и возвращение в начальный пункт.
- Значит, наиболее короткой является дорога **ABCDE = 8 км.**

2 способ используется граф

Решение

Для построения графа по данной таблице с городами и дорогами следует учитывать следующее. В данном случае каждый город представляет собой вершину графа, а дороги между городами – рёбра графа. Если в таблице между городами указано число, это означает наличие дороги между соответствующими городами.

Анализ начинается с города A, затем переходим к городам B, C, D и E, и исследуем связи между ними.

Полученный граф будет отражать связи между городами и позволит визуально представить структуру дорог между пунктами A, B, C, D и E.

Начнем с города А и будем добавлять рёбра графа в соответствии с таблицей, чтобы точно отразить наличие дорог между каждой парой городов.

- Из города А в город В ведёт дорога длиной 1 км.
- Из города А в город С есть дорога длиной 4 км.
- Из города А в город D идёт дорога протяжённостью 3 км.
- Между городом А и Е есть прямая дорога, протяженностью в 7 км, но она нам не подходит из-за условия задачи.

• По информации о наличии дороги между городами В и А с расстоянием в 1 км. следует отметить, что таблица с дорогами между городами симметрична относительно главной диагонали. Следовательно, если существует дорога между городами А и В, то автоматически будет также существовать дорога между городами В и А с тем же расстоянием, что уже учтено в построенном графе. Таким образом, на графе уже присутствует соединение между городами В и А с расстоянием 1 км, учитывая симметрию таблицы и принципы построения графа.

- Между городом В и С есть дорога протяженностью в 2 км.
- Между городом В и Е прямой дороги нет.
- Между городом В и D есть прямая дорога, расстояние равно 5.
- Между городом С и А, В есть дорога, расстояние соответственно 4 и 2. Данные дороги уже нарисованы ранее.

- Между городом С и D есть дорога, расстояние равно 2.
- Между городом D и Е есть дорога, расстояние равно 2.

Анализируя представленную таблицу со связями дорог между городами, можно сделать вывод, что все имеющиеся дороги уже учтены при построении графа. После этого анализа становится ясно, что представленные в ней дороги полностью отражены на графе (рисунок 6).

Таким образом, остается только исследовать различные варианты маршрутов от города А к городу Е. В данной задаче оптимальным

маршрутом оказался путь А – В – С – D – E длиной 8 км, который является самым коротким среди возможных вариантов перемещения между этими городами.

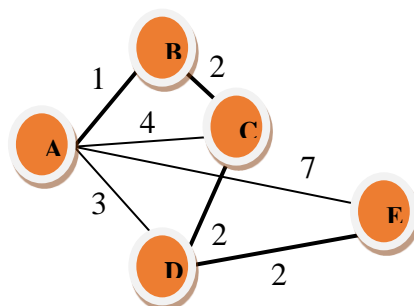


Рисунок 6 – Итоговый граф к заданию 4

Сравнивая 2 подхода к поиску решения можно выделить плюсы и минусы каждого метода (таблица 2).

Таблица 2 – Сравнительный анализ подходов к поиску решения

1 способ без графа		2 способ с графом	
плюсы	минусы	плюсы	минусы
Краткая запись решения	Отсутствие наглядности. Перебор путей осуществляется в уме. Возникает возможность пропустить один из «неявных путей».	Граф позволяет наглядно ориентироваться в задаче. Перебор путей становится более удобным. Шансов пропустить один из путей существенно сокращается	Запись решения задачи увеличивается за счет дополнительного действия – построения графа

В формулировке задания № 9 уже можно увидеть ориентированный граф.

**Задание №9 Демоверсия ОГЭ 2023 (рисунок 7).**

На рисунке – схема дорог, связывающих города А, Б, В, Г, Д, Е, Ж и К. По каждой дороге можно двигаться только в одном направлении, указанном стрелкой. Сколько существует различных путей из города А в город К?

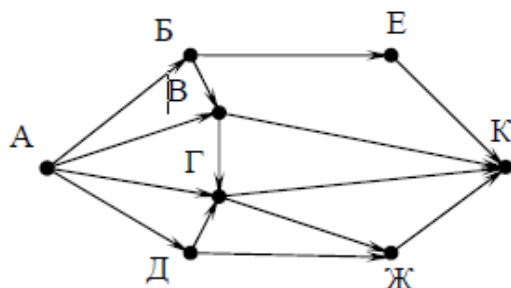


Рисунок 7 – Задание 9 демоверсии ОГЭ 2023

В данном случае мы имеем дело с ориентированным графом, где рёбра направлены однонаправленно. В таком графе важно учитывать направление рёбер, оно имеет значение при определении пути между вершинами. Этот аспект направленности графа вносит дополнительную сложность в решение задач нахождение путей между вершинами и требует учёта не только наличия связей между вершинами, но и направления этих связей для корректного нахождения оптимального пути.

1 способ без графа.

**Решение**

- Вычислим количество путей, ведущих к каждому городу и отобразим его рядом с буквенным обозначением города (рисунок 8).

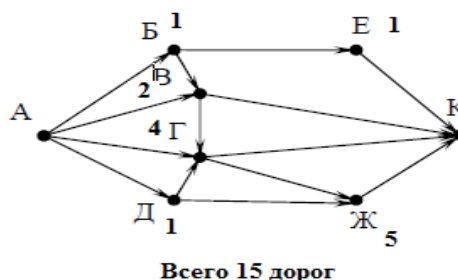


Рисунок 8 – Решение задания 9 демоверсии ОГЭ 2023

- Дорог, ведущие к конечному пункту К:  
Из Е – 1 дорога, из В – 2 дороги, из Г – 4, из Ж – 5
- Просуммируем и получим результат:  $1+2+4+5 = 12$

2 способ с графом.

Идея второго способа заключается в том чтобы построить граф который наглядно демонстрировал всевозможные пути. Перевернем начальный граф и построим на его основе новый граф – дерево.

- В город К напрямую можно попасть из городов Е,В,Г и Ж.
- Рассмотрим каждую ветку для городов Е,В,Г и Ж
- В город Е напрямую можно попасть только из города Б
- В свою очередь в город Б можно попасть напрямую только из города А.

Таким образом будет найден один из возможных вариантов попадания из города А в город К. В данном случае путь проходит через город Е, такой путь один.

Аналогичные рассуждения проведем и для направление через город В.

- В город В напрямую можно попасть только из города Б и А.
- В город Б напрямую можно попасть только из города А.

Таким образом будут найдены возможные варианты попадания из города А в город К. В данном направлении путь проходит через город В, таких путей два.

- Важно заметить что для ветки В, на предыдущем шаге было найдено количество путей, которое равно двум.

Важно отметить, что для маршрута через город В количество путей равно двум, найденное на предыдущем шаге. Возможные маршруты из города А до города К также могут проходить через город Г и их количество равно четырём.

Осталось проанализировать последнее направление через город Ж

- В город Ж напрямую можно попасть только из города Г и Д, для которых количество путей уже подсчитано и равно пяти.

Исходя из полученных данных, общее количество путей из города А в город К будут найдены путем сложения , т.е.  $1+2+4+5 = 12$

Сравнивая 2 подхода к поиску решения можно выделить плюсы и минусы каждого метода (таблица 3)

Таблица 3 – Сравнительный анализ подходов к поиску решения

1 способ без графа		2 способ с графом	
плюсы	минусы	плюсы	минусы
Краткая запись решения	Подсчет путей осуществляется в уме. Возникает возможность пропустить один из путей.	Граф позволяет наглядно ориентироваться в задаче. Перебор путей становится более удобным. Шансов пропустить один из путей существенно сокращается	Запись решения задачи увеличивается за счет дополнительного действия – построения графа

Как видно, положительные и отрицательные стороны решения этой задачи аналогичны предыдущей.

Проанализировав задания из учебников по информатике для 7-го и 9-го классов, мы выявили их недостаточную эффективность для успешной подготовки к основному государственному экзамену и необходимость в дополнительных заданиях по теме «Графы».

## 2.2 Разработка кейсов для решений задач на тему «Графы»

Данные кейсы составлены для учителей информатики в качестве дополнительных ресурсов при подготовке к экзамену в 9 классе. Разработанные задания можно использоваться на дополнительных занятиях вместе с учителем, или самостоятельно учениками.

Разработка кейса начинается с выстраивания его структуры. Кейс – это целостная информационная система. Обычно кейс включает в себя три компонента: дополнительная информация, необходимая для анализа кейса; детальное описание конкретной ситуации; задания к кейсу.

Цель работы с кейсом: создать условия для развития навыков анализа и критического мышления.

### Результаты работы с кейсом:

- Учебные – как результаты, связанные с освоением знаний и навыков.
- Умение работы с текстом.
- Освоение методов анализа.
- Образовательные – как результаты, образованные самими участниками взаимодействия, реализованные личные цели обучения.
- Появление опыта принятия решений, решения проблем.
- Повышение уровня коммуникативных умений.
- Опыт работы в группе.

В рамках работы нами было разработано 6 кейсов.



Цель: Используя совместные усилия группы учащихся, провести анализ представленной ситуации, разработать возможные проблемы, найти их практические решения и оценить предложенные алгоритмы, выбрав лучший из них.

Задачи: Учащиеся научатся работать с текстом, освоят методы анализа, приобретут опыт принятия решений и решения проблем, улучшат коммуникативные навыки и получат опыт работы в команде.

Вид деятельности: Сюжетная, исследовательская работа.

### **Кейс 1. Задача о шахматном турнире**

#### Описание ситуации:

В школе проводится шахматный турнир между учениками 9-го класса по круговой системе, где каждая пара игроков играет друг с другом ровно один раз. В турнире участвуют 7 учеников. Ваня сыграл 6 партий, Толя – 5, Леша и Дима – по 3, Семен и Илья – по 2, а Женя – одну партию.

#### Оценка ситуации:

Необходимо определить с кем играл каждый участник.

#### Прогнозирование:

На примере жизненной ситуации, на примерах, увиденных в спортивных телепередачах, акцентировать внимание на турнирные таблицы и схемы

#### Возможные варианты решения:

Построить граф, в котором вершины – это участники турнира, а ребра – встречи между ними. Рекомендуется начать построение графа с вершины, которая обозначает игрока Ваню.

В соответствии с таблицей 1 данный кейс можно отнести к:

- 1) кейсам, направленным на развитие оценочной и аналитической деятельности;
- 2) практическим.

При работе над кейсов у обучающихся развивались и формировались аналитические, практические, коммуникативные и социальные навыки

## Кейс 2. Теннисный турнир

### Описание ситуации:

В теннисном турнире каждый игрок команды «синих» встречается с каждым игроком команды «красных». Число игроков в командах одинаково и не больше восьми. «Синие» выиграли в четыре раза больше встреч, чем «красные» [17, с. 43].

### Оценка:

Необходимо найти из какого числа игроков состоит каждая команда и графически изобразить рукопожатие всех членов команды с соперниками.

### Возможные варианты решения:

Для решения этой задачи воспользуемся графами. Представим каждого игрока как вершину графа, а каждое взаимодействие между игроками (рукопожатие) как ребро графа. Поскольку каждый игрок команды «синих» встречается с каждым игроком команды «красных», граф будет полным бипартитным.

Пусть количество игроков в каждой команде будет  $(n)$ , итак, всего игроков  $(2n)$ .

Из условия известно, что сумма степеней вершин для каждого цвета будет одинакова, так как каждый игрок встречается с каждым игроком противоположного цвета.

Количество рукопожатий для команды синих:  $(4n)$ , т.к. они выиграли в 4 раза больше встреч.

Количество рукопожатий для команды красных:  $(n)$

У каждой вершины графа будет степень  $(4n)$  (для синих) и  $(n)$  (для красных).

Теперь составляем граф, где каждая вершина команды «синих» имеет степень  $(4n)$  и каждая вершина команды «красных» имеет степень  $(n)$ . Так как это двудольный граф, вершины одного цвета не соединены между собой.

В соответствии с таблицей 1 данный кейс можно отнести к:

- 1) кейсам, направленным на развитие оценочной и аналитической деятельности;
- 2) кейсам-изложениям;
- 3) практическим кейсам.

При работе над кейсов у обучающихся развивались и формировались аналитические, творческие, практические, коммуникативные и социальные навыки

### **Кейс 3. Кафе «Сказка»**

#### Описание ситуации:

Управляющий: Елизавета Викторовна, я подготовил отчет за прошлый месяц.

Директор: Ну, что же тут у нас? Да. Кафе переживает не лучшее время.

Управляющий: Несмотря на постоянные акции, клиентов совсем мало. Кризис. Еще и заказ на проведение мероприятия отменили. Правда, сегодня приходил один человек, но он готов заказать столик только при одном условии.

Директор: Интересно, каком же?

Управляющий: Он сказал, что в их компании будет 12 человек. Но среди трех любых человек из этой компании двое будут знакомы друг с другом и двое увидятся впервые. А каждый из них хочет сидеть за столом рядом со своим знакомым. Если мы сумеем рассадить их так за нашими круглыми столами, то можем рассчитывать на заказ. Для его подтверждения мы должны предоставить план рассадки гостей.

Директор: Учитывая сложившуюся ситуацию. Мы должны очень постараться, но не упустить этот заказ.

#### Оценка ситуации:

Покажите, существует ли вариант рассадки компании за круглым столом, так чтобы по обе стороны от каждого человека сидели его знакомые.

#### Возможные варианты решения:

Для разработки требуемой рассадки гостей, используем граф, где участники обозначены узлами, а рёбра соединяют узлы, представляющие знакомых гостей. Согласно условиям, у нас нет ни полных, ни пустых подграфов из трёх узлов. Поскольку у каждой тройки гостей двое знакомы между собой (ребро между ними) и двое не знакомы (переходим к оставшимся двум узлам), мы можем создать граф, представляющий рассадку гостей за круглым столом. Следовательно, мы можем выполнить запрос заказчика и успешно рассадить гостей.

Данный кейс – это практический кейс, изложенный методом инцидента, условно-реальный по источнику информации.

В ходе работы над решением кейса развиваются и формируются практические, коммуникативные и социальные навыки.

#### **Кейс 4. Строительная компания**

##### Описание ситуации:

Строительная компания возводит жилой комплекс, состоящий из 14 домов. Семь из них уже построены, а оставшиеся семь находятся на этапе строительства. В построенных домах завершилась прокладка основных коммуникаций, и теперь, компании предстоит проложить интернет-кабель, соединяющий все уже построенные дома. Чтобы кабель случайно не повредили во время строительных работ, сделать это нужно вдоль дорог. Также, компания заинтересована в том, чтобы проложить интернет-кабель с наименьшими затратами. Схема участка представлена на рисунке 9 (числа, показывают расстояние между домами).

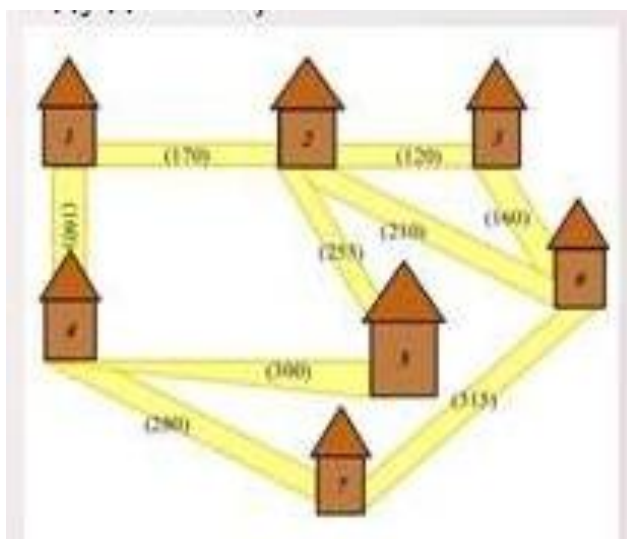


Рисунок 9 – Схема дорог

Оценка ситуации:

Предложите компании схему проведения интернет-кабеля, чтобы его длина при этом была минимальной.

Возможные варианты решения:

Для решения этой задачи сначала надо построить граф, отражающий схему данного участка. Вершинами этого графа – дома, построенные на участке, а ребра являются имеющиеся там дороги.

Это практический кейс–иллюстрация, метод ситуативного анализа. При решении кейса формируются аналитический, практический, социальные навыки и умения самоанализа.

**Кейс 5. Ссора соседей.**

Описание ситуации:

Имеются три дома и три колодца. Каждый хозяин пользуется любым из трех колодцев. В некоторый момент обитатели домов поссорились и решили проложить свои дорожки до колодцев так, чтобы дорожки не пересекались [17, с.52].

Оценка ситуации:

Выясните, возможно ли, соседям найти пути от их дома до колодца, не пересекавшись с соседями.

### Возможные варианты решения:

Решение основывается на доказательстве того, что граф не планарный, значит, это не возможно.

Это практический кейс–иллюстрация, метод ситуативного анализа. При решении кейса формируются аналитический, практический, социальные навыки и умения самоанализа.

### **Кейс 6. Посещение городов**

#### Описание ситуации:

Вы находитесь в городе А. На рисунке 10 схема (ориентированный граф) дорог, связывающих города А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, З, И, К, Л. По каждой дороге можно двигаться только в одном направлении, указанном стрелкой.

#### Оценка ситуации:

Сколько существует различных путей из города А в город Л.

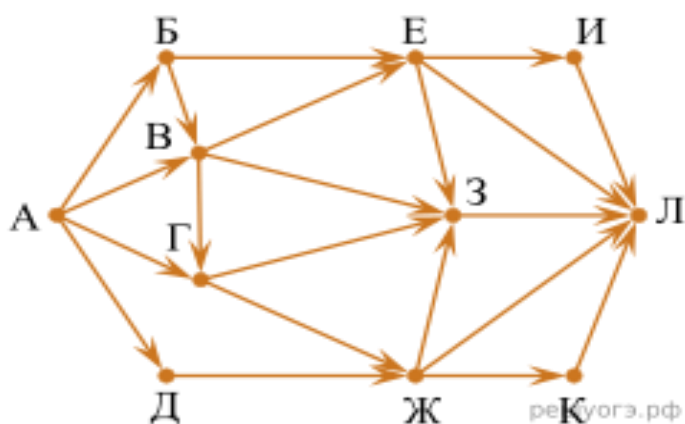


Рисунок 10 – Ориентированный граф

### Возможные варианты решения:

При решении данного задания обязательно повторяются понятия «вершина» и «ребра». Возле каждого города (вершины) должно стоять число. Это число показывает количество дорог (ребер) идущих из этого города в соседний по стрелке.

Это кейс – практическая задача. При решении кейса формируются аналитический, практический, социальные и коммуникативные навыки.

### 2.3 Организация занятий по теме «Графы» с использованием кейс-метода

В рамках педагогической практики была проведена апробация разработанных занятий в МКОУ «Уйская СОШ им.А.И. Тихонова» села Уского Уйского района Челябинской области.

В рамках внеурочной деятельности было проведено 3 занятия в 9 классе на тему «Графы», а именно:

Занятие 1. Граф и его элементы. Некоторые свойства и теоремы. Ориентированные графы.

Занятие 2. Понятие дерева и леса.

Занятие 3. Расположение графов.

Каждое занятие сопровождалось презентацией, которая находится в свободном доступе в облачном хранилище.

Занятие 1. *Граф и его элементы. Некоторые свойства и теоремы. Ориентированные графы.*

Вначале проводим учебные занятия с учащимися по задачам, которые предполагают графическое представление данных в виде графа. Обратим внимание школьников на то, что использование графического представления сильно облегчает решение задач.

Затем познакомим учащихся с определением графа, объяснив, что вершины и рёбра графа представляют собой основные элементы. Укрепим полученные знания жизненными примерами применения графов (транспортные сети, социальные взаимоотношения и другие области).

После этого можно рассказать краткую историческую справку о графах, их возникновении и развитии.

Затем введем определение пустого графа. Соединив некоторые вершины пустого графа рёбрами, обсудим понятие смежных вершин. Далее соединяем оставшиеся вершины и демонстрируем получение

полного графа. Далее на примерах полных графов научимся определять степень вершины.

Решаем кейс-задачу о шахматном турнире.

**Задача:** В школе проводится шахматный турнир между учениками 9-го класса по круговой системе, где каждая пара игроков играет друг с другом ровно один раз. В турнире участвуют 7 учеников. Ваня сыграл 6 партий, Толя – 5, Леша и Дима – по 3, Семен и Илья – по 2, а Женя – одну партию.

**Задание.** Необходимо определить с кем играл каждый участник.

**Ожидаемое решение.**

На данном этапе необходимо прослушать все предложенные варианты решения задачи и принять коллективное общее решение на основе всех представленных идей. После этого проводится детальное доказательство и обоснование выбранного варианта.

В процессе решения задачи школьники создают граф встреч (рисунок 11), который представлен следующим образом: вершина 1 соответствует Ване, вершина 2 – Толе, вершины 3 и 4 – Леше и Диме, вершины 5 и 6 – Семену и Илье, а вершина 7 – Жене.

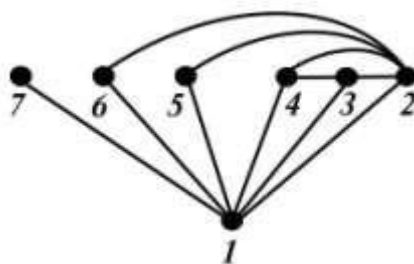


Рисунок 11 – Связный граф

Из представленного графа видно следующее:

- Ваня играл с каждым из ребят.
- Толя играл со всеми, за исключением Жени.
- Леша и Дима играли друг с другом, а также с Ваней и Толей.
- Семен и Илья играли друг с другом, а также с Ваней и Толей.
- Женя играл только с Ваней.



Анализируя эту ситуацию, школьники могут сделать выводы о взаимосвязях между участниками и определить оптимальное решение задачи на основе собранной информации.

Обязательно после решения кейса проводится рефлексия и только после этого приступаем к решению следующего задания.

Добавляем к изученным понятиям связный граф. Затем знакомим школьников с леммой о рукопожатии.

На этом же занятии можно рассмотреть и понятие о двудольном графе (строим граф  $K_{3,3}$ , а также  $K_{1,p}$  называемый звездой).

Затем школьники, разделившись на группы, выполняют следующее кейс-задание.

«В соревновании по круговой системе с двенадцатью участниками провели все встречи. Сколько встреч было сыграно?» [18, с.42].

#### **Ожидаемое решение.**

Учащиеся находят количество ребер в графе с 12 вершинами. Далее вычисляют количество ребер, соответствующие 66 встречам).

После этого, в группе выполняется следующая кейс-задача:

«В теннисном турнире каждый игрок команды «синих» встречается с каждым игроком команды «красных». Число игроков в командах одинаково и не больше восьми. «Синие» выиграли в четыре раза больше встреч, чем «красные» [17, с. 43]. Необходимо найти из какого числа игроков состоит каждая команда и графически изобразить рукопожатие всех членов команды с соперниками.

#### **Ожидаемое решение.**

Для решения этой задачи воспользуемся графами. Представим каждого игрока как вершину графа, а каждое взаимодействие между игроками (рукопожатие) как ребро графа. Поскольку каждый игрок команды «синих» встречается с каждым игроком команды «красных», граф будет двудольным.

Пусть количество игроков в каждой команде будет  $(n)$ , итак, всего игроков  $(2n)$ .

Из условия известно, что сумма степеней вершин для каждого цвета будет одинакова, так как каждый игрок встречается с каждым игроком противоположного цвета.

Количество рукопожатий для команды синих:  $(4n)$ , т.к. они выиграли в 4 раза больше встреч.

Количество рукопожатий для команды красных:  $(n)$

У каждой вершины графа будет степень  $(4n)$  (для синих) и  $(n)$  (для красных).

Теперь составляем граф, где каждая вершина команды «синих» имеет степень  $(4n)$  и каждая вершина команды «красных» имеет степень  $(n)$ . Так как это двудольный граф, вершины одного цвета не соединены между собой (рисунок 12).

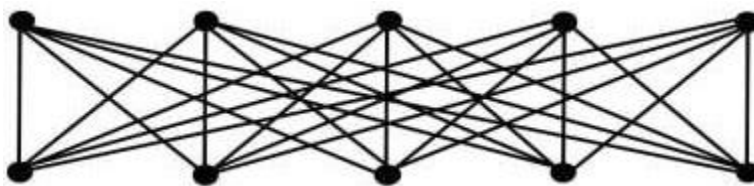


Рисунок 12 – Граф, изображающий состав команд

На этом занятии учителю можно для самостоятельного выполнения предложить школьникам решить следующий практический кейс – изложение методом инцидента. Он предлагает школьникам помочь решить проблему, возникшую у директора кафе, связанную с рассадкой гостей.

**Задача:**

Управляющий: Елизавета Викторовна, я подготовил отчет за прошлый месяц.

Директор: Ну, что же тут у нас? Да. Кафе переживает не лучшее время.

Управляющий: Несмотря на постоянные акции, клиентов совсем мало. Кризис. Еще и заказ на проведение мероприятия отменили. Правда,

сегодня приходил один человек, но он готов заказать столик только при одном условии.

Директор: Интересно, каком же?

Управляющий: Он сказал, что в их компании будет 12 человек. Но среди трех любых человек из этой компании двое будут знакомы друг с другом и двое увидятся впервые. А каждый из них хочет сидеть за столом рядом со своим знакомым. Если мы сумеем рассадить их так за нашими круглыми столами, то можем рассчитывать на заказ. Для его подтверждения мы должны предоставить план рассадки гостей.

Директор: Учитывая сложившуюся ситуацию. Мы должны очень постараться, но не упустить этот заказ.

**Задание:** Покажите, существует ли вариант рассадки компании за круглым столом, так чтобы по обе стороны от каждого человека сидели его знакомые.

### **Ожидаемое решение.**

Для разработки требуемой рассадки гостей, используем граф, где участники обозначены узлами, а рёбра соединяют узлы, представляющие знакомых гостей. Согласно условиям, у нас нет ни полных, ни пустых подграфов из трёх узлов. Поскольку у каждой тройки гостей двое знакомы между собой (ребро между ними) и двое не знакомы (переходим к оставшимся двум узлам), мы можем создать граф, представляющий рассадку гостей за круглым столом. Следовательно, мы можем выполнить запрос заказчика и успешно рассадить гостей.

### **Занятие 2. Понятие дерева и леса.**

После этого вводим понятие дерева и приводим примеры его применения, таких как генеалогическое древо, описание алгоритмов и другие области. Обучаем учеников определять количество рёбер в дереве и объясняем понятие висячей вершины.

Для наглядности можно предложить задачу о тропинках в парке, предоставив схему этого парка. Поставьте вопрос: возможно ли пройти все тропинки парка только один раз и вернуться обратно к входу?

Затем вводим алгоритм Краскала и знакомим учеников с его концепцией, предлагая кейс-задачу, решение которой требует построения остовного дерева и применения алгоритма Краскала. Такой подход позволит школьникам лучше понять основные принципы работы деревьев и алгоритмов на их основе.

**Задача:**

Строительная компания возводит жилой комплекс, состоящий из 14 домов. Семь из них уже построены, а оставшиеся семь находятся на этапе строительства. В построенных домах завершилась прокладка основных коммуникаций, и теперь, компании предстоит проложить интернет-кабель, соединяющий все уже построенные дома. Чтобы кабель случайно не повредили во время строительных работ, сделать это нужно вдоль дорог. Также, компания заинтересована в том, чтобы проложить интернет-кабель с наименьшими затратами. Схема участка представлена на рисунке 9 (числа, показывают расстояние между домами).

**Ожидаемое решение.**

Для решения данной задачи сначала необходимо построить граф, который отображает схему данного участка. Вершинами этого графа будут дома, построенные на участке, а рёбра будут представлять имеющиеся дороги. Таким образом, создаётся граф, как изображено на рисунке 13а.

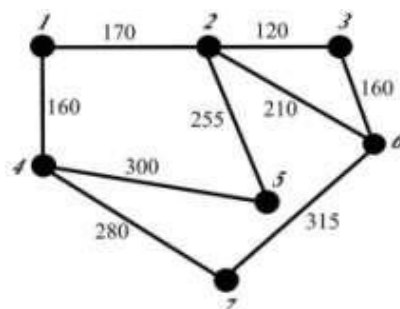


Рисунок 13а – Граф, отражающий схему дорог

После этого необходимо построить минимальное остовное дерево, используя алгоритм Краскала.

Для этого выбираем ребро с минимальной длиной, в данном случае это (2,3). Затем следующими двумя рёбрами, в любом порядке, выбираем (3,6) и (1,4), так как их длины равны. Далее четвёртым ребром выбираем (1,2), пятым – ребро (2,5), шестым – ребро (4,7).

На рисунке 13б изображён граф, на котором выделены рёбра полученного минимального остовного дерева. Таким образом, мы получаем схему минимального интернет-кабеля.

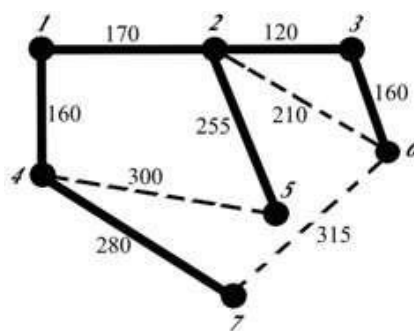


Рисунок 13б – Граф, отражающий схему минимального оставного дерева.

### **Занятие 3. Расположение графов.**

На занятии мы вводим новое понятие - гомеоморфные графы, что позволяет лучше понимать связь между графами. Гомеоморфные графы - это графы, которые можно получить друг из друга, используя серию операций, таких как удаление вершин, добавление рёбер и т.д. Примером гомеоморфных графов может быть граф с двумя треугольниками, который можно преобразовать в граф, состоящий из одного шестиугольника.

Затем переходим к понятию плоского или планарного графа. Планарный граф - это граф, который можно изобразить на плоскости таким образом, чтобы его рёбра не пересекались. Приводим примеры планарных графов, например, граф, представляющий карту городских улиц, где улицы не пересекаются.

Используя эти примеры и объяснения, мы помогаем ученикам лучше понять свойства графов и их взаимосвязи. Конкретные примеры помогают

наглядно представить абстрактные понятия и улучшают понимание материала.

После предлагается кейс №1: «Имеются три дома и три колодца. Каждый хозяин пользуется любым из трех колодцев. В некоторый момент обитатели домов поссорились и решили проложить свои дорожки до колодцев так, чтобы дорожки не пересекались» [23, с.142].

**Задание к кейсу №1:** выясните, возможно ли, соседям найти пути от их дома до колодца, не пересекаясь с соседями.

Для того чтобы определить возможность соседям найти пути от их домов до колодца, не пересекаясь между собой, мы можем воспользоваться понятием планарности графа. Если граф, представленный домами соседей и колодцем, является планарным, то у соседей есть возможность найти пути до колодца без пересечения путей друг с другом. Однако, если граф не является планарным, это означает, что такое размещение дорог между домами и колодцем невозможно без пересечения путей. Следовательно, если граф не планарный, то соседи не смогут найти пути до колодца, не пересекаясь друг с другом. Таким образом, ответ на задачу зависит от структуры графа и его планарности.

На этом же занятии с школьниками отрабатываются задания из КИМов ОГЭ.

**Задача:** Между населёнными пунктами А, В, С, D построены дороги, протяжённость которых (в километрах) приведена в таблице (рисунок 14).

	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
<b>A</b>		5	8	3
<b>B</b>	5		2	1
<b>C</b>	8	2		4
<b>D</b>	3	1	4	

Рисунок 14 –Таблица движения

Задание: Определите длину кратчайшего пути между пунктами А и С. Передвигаться можно только по дорогам, протяжённость которых указана в таблице.

**Ожидаемое решение:**

Расставим точки, которые символизируют города, примерно по кругу.

Проведём дороги между городами так, как указано в таблице. Если на пересечении городов стоит число, значит, мы проводим линию между этими точками.

Поставим числа над каждой дорогой, характеризующие длины каждого отрезка (рисунок 15).

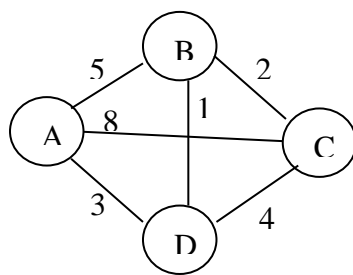


Рисунок 15 – Промежуточный результат решения задачи

Теперь найдём самый короткий путь из А в С.

Можно сразу попасть из А в С по прямой дороге за 8. Если пойдём через пункт D, то придём в город С за 7. Через город В так же можно прийти за 7 километров.

Но мы видим, что длина дороги из D в В равна 1. Попробуем эту дорогу использовать при составлении маршрута. Получим путь: А-D-B-C. Получается  $3+1+2=6$ . Это и есть искомый **кратчайший путь** (рисунок 16).

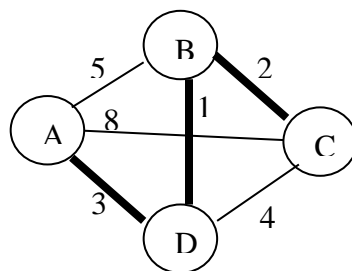


Рисунок 16 – Итоговое решение задачи

Задание 9 из КИМов ОГЭ предназначено для анализа информации, представленной в форме направленного графа, и относится к более сложным заданиям.

По сложности задание делится на два типа:

- 1) Поиск путей из одного города в другой.
- 2) Поиск путей из одного города в другой, проходящих или не проходящих через определенный пункт.

**Задача:** Вы находитесь в городе А. На рисунке 10 схема (ориентированный граф) дорог, связывающих города А, Б, В, Г, Д, Е, Ж, З, И, К, Л. По каждой дороге можно двигаться только в одном направлении, указанном стрелкой. Сколько существует различных путей из города А в город Л.

**Ожидаемое решение.**

При решении данного задания обязательно повторяются понятия «вершина» и «ребра». Возле каждого города (вершины) должно стоять число. Это число показывает количество дорог (ребер) идущих из этого города в соседний по стрелке. Автоматически возле начального города ставим число 1. Далее, проставляем числа у городов, которые являются суммой дорог из городов, которые «на тебя движутся», если бы ты находился в этом пункте. Также очень важно сказать ребятам, что если на вас движется без числа, то сначала нужно вернуться к этому городу. Подробно рассмотрим по схеме (рисунок 17).

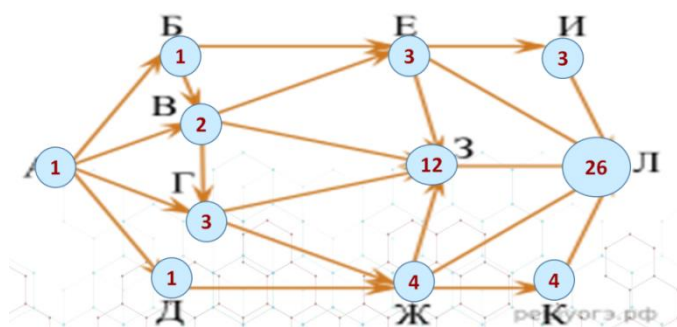


Рисунок 17 – Решение задачи

В таблице 4 можно представить решение таким образом.



Таблица 4. Решение задачи

A=1	Ж=3+1=4
Б=1	З=3+2+3+4=12
В=1+1=2	И=3
Г=2+1=3	К=4
Д=1	Л=3+3+12+4+4=26
Е=2+1=3	Ответ: 26.

Задание № 9 тип 2 выделяется условием, и чтобы начать выполнение, предлагается перекрыть линии стрелок нулем тех дорог, которые считать по условию нельзя.

При этом существуют различные условия: дороги проходящие через пункт и не проходящие.

**Задача:** на рисунке 18 схема дорог, связывающих города А, Б, В, Г, Д, Е, Ж и К. По каждой дороге можно двигаться только в одном направлении, указанном стрелкой. Сколько существует различных путей из города А в город К, проходящих через город В?

**Ожидаемое решение.**

В этом случае необходимо перекрыть дороги, которые не проходят через город В. Ставим ноль на стрелки: БД, АГ. Остальные считаем.

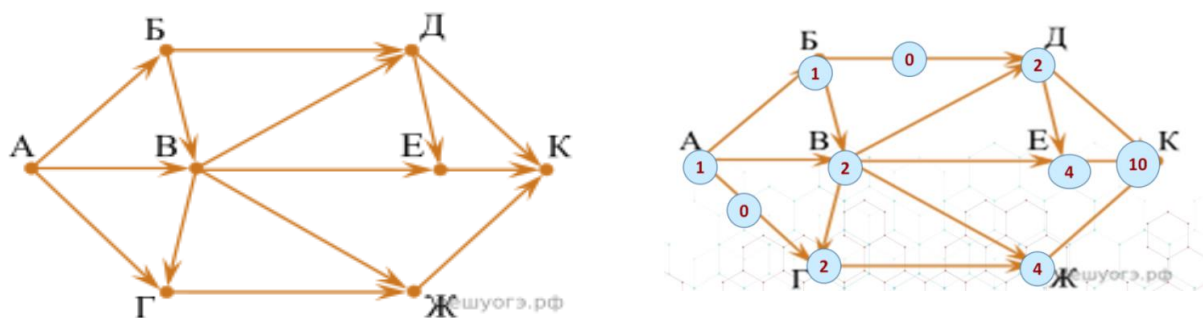


Рисунок 18 –Схема дорог и решение задачи

В таблице 5 представляем так.

Таблица 5. Оформление решения в виде таблицы

A=1	Д=2+0=2
Б=1	Е=2+2=4
В=1+1=2	Ж=2+2=4
Г=2+0=2	К=2+4+4=10 Ответ: 10

Таким образом, за три занятия с использованием кейс-метода, можно разобрать основные темы, связанные с графами, и отработать задания основного государственного экзамена.

Апробация прошла успешно. Все учащиеся усвоили учебный материал, о чем говорит высокий процент выполнения заданий в рамках промежуточной тематической работы. При устном опросе ребята отметили значимость данной темы и выразили желание применять полученные знания в дальнейшем. Так же учащиеся продемонстрировали заинтересованность и любознательность при изучении темы «Графы». Успешному усвоению материала способствовало разработанные занятия к этим темам.

#### Вывод по главе 2

Во второй главе нашего исследования мы провели анализ контрольно-измерительных материалов основного государственного экзамена по информатике и обнаружили две задачи, связанные с темой «Графы». Однако, при изучении рабочей программы по информатике, основанной на примерной рабочей программе, мы заметили, что всего два урока посвящены изучению раздела «графы» («Графические информационные модели», «Табличные информационные модели»), и это недостаточно для полноценной подготовки к экзамену. В рамках всего двух уроков невозможно охватить всю теорию, решить все предложенные задачи и отработать различные варианты заданий из КИМов ОГЭ.

Поэтому, для более глубокого изучения темы «Графы», рекомендуется проводить дополнительные занятия во внеурочное время, такие как кружки и факультативы. Это позволит использовать предложенные варианты кейсов (заданий) и более детально рассмотреть данную тему.

Стоит отметить, что использование разработанных занятий в рамках внеурочной деятельности по информатике достаточно эффективно, о чем

свидетельствуют результаты апробации на учениках 9 класса в МКОУ «Уйская СОШ им. А.И. Тихонова» села Уского Уйского района Челябинской области.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Школьный курс информатики обычно не уделяет значительного внимания теории графов. Тем не менее, решение задач с использованием графов встречается в контрольных и экзаменационных материалах. Применение графов при решении задач обеспечивает простоту, доступность и ясность в решении. Люди часто используют графы в повседневной жизни, когда изображают города на картах или показывают маршруты между ними. Это облегчает понимание материала и может стать стимулом для интереса к информатике и математике.

Однако, недостаточное изучение графов в школьном курсе информатики создает проблему. Применение кейс-метода в обучении позволяет более эффективно учиться, но кейсов по теме «Графы» часто не хватает, что подчеркивает актуальность данной темы. С факультативами как одной из форм организации занятий удастся представить тему «Графы» в интересной и доступной форме.

Представленная работа содержит три факультативных занятия, каждое из которых основано на кейс-технологии, что помогает обучающимся увидеть практическое применение графов и успешно решать задачи. Эти материалы могут использоваться для проведения дополнительных занятий с учащимися 9 классов.

Таким образом, цели и задачи этого исследования могут считаться достигнутыми. Общими усилиями учителей информатики можно сделать изучение графов более интересным и понятным для учащихся, а использование кейс-метода поможет достичь ряда важных целей в образовании, таких как развитие интереса к информатике, мотивация учеников и формирование навыков обработки информации

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Агапов Р. С. О трех поколениях компьютерных технологий обучения в школе/ Р. С. Агапова //Информатика и образование. – 2014. – №2. – С. 40-52.
2. Алексеев В. В. Физическое и математическое моделирование в экологии/ В. В. Алексеев – Москва : Янус-К, 2017. – 306 с. – ISBN 978-5-8037-0714-8.
3. Андюсев Б. Е. Кейс-метод как инструмент формирования компетентностей./ Б. Е. Андюсев // Директор школы. – 2010. – №4. – С. 61–69.
4. Березина Л. Ю. Графы и их применение: пособие для учителей / Л.Ю. Березина. – Москва : Ленанд, 2023. – 150 с. – ISBN 978-5-9519-3455-0
5. Босова Л. Л. Информатика и ИКТ: учебник для 9 класса / Л. Л. Босова, А.Ю. Босова – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2021. – 208 с. ISBN 978-5-9963-5479-5.
6. Босова Л.Л. Информатика: рабочая тетрадь для 9 класса / Л.Л. Босова, А.Ю. Босова – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2020 – 96 с. ISBN 978-5-99-634871-8.
7. Босова, Л. Л. Информатика. 5-7 классы. Занимательные задачи /Л.Л. Босова, А. Ю. Босова, И.М. Бондарева. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2018. – 208 с. ISBN 978-5-9963-3417-9.
8. Босова, Л. Л. Информатика. 7-9 классы. Методическое пособие / Л. Л. Босова, А. Ю. Босова, А.В. Анатолийев, Н.А. Аквилянов. – 3-е изд., перераб. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2019. – 512 с. ISBN 978-5-9963-5014-8.
9. Гладких И.В. Методические рекомендации по разработке учебных кейсов / И.В. Гладких // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия: Менеджмент. – 2005. – Вып. 2 (№16). – С. 169-194.

10. Глазунов С. А. Опорные конспекты как средство повышения качества образования / С.А. Глазунов // Научные исследования в образовании. – 2007. — № 3. — URL: <http://cyberleninka.ru/article/n/opornye-konspekty-kak-sredstvo-povysheniya-kachestva-obrazovaniya> (дата обращения: 01.02.2024).
11. Деркач А. М. Кейс-метод в обучении / А. М. Деркач // Специалист. – 2010. – № 4. – С. 22-23.
12. Единое содержание общего образования: официальный сайт. – Москва, 2022 – . – URL: <https://edsoo.ru> (дата обращения: 26.01.2024).
13. Использование кейс-метода в образовательном процессе / О.А. Иванова, Н.В. Цегельная, О.М. Дементьева. // Школа и производство. – 2011. – №8. – с. 3-7
14. Исследования по прикладной теории графов: сборник статей/ АН СССР, Сибирское отд-ние, ВЦ ; отв. ред. А. С. Алексеев. – Новосибирск : Наука ; Сиб. отд-ние, 1986. – 167 с.
15. Кавтарадзе Д.Н. Обучение и игра: введение в интерактивные методы обучения: учеб. пособие / Д. Н. Кавтарадзе – 2-е изд. – Москва : Просвещение, 2019. – 173 с. – ISBN 978-5-09-019851-6
16. Матусевич А.П. Кейсы и кейс-стади: вопросы методологии / А.П. Матусевич, С.В. Коровин. – Москва : Магистр: ИНФА-М, 2010. - 80 с. – ISBN 978-5-9776-0146-7.
17. Мельников О. И. Незнайка в стране графов: Книга для школьников ... И НЕ ТОЛЬКО / О.И. Мельников – Москва : Ленанд, 2019. – 160 с. – ISBN 978-5-97-108081-7.
18. Мельников О. И. Теория графов в занимательных задачах: Более 250 задач с подробными решениями / О. И. Мельников – Москва : Ленанд, 2022 – 240 с. – ISBN 978-5-9519-3438-3.
19. Методика обучения информатике : учебное пособие / М. П. Лапчик, М. И. Рагулина, И. Г. Семакин, Е. К. Хеннер ; под редакцией М. П.

Лапчика. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 392 с. — ISBN 978-5-8114-5280-4.

20. Михайлова Е. А. Кейс и кейс-метод: процесс написания кейса. / Е. А. Михайлова // Школьные технологии. — 2005. — №5. — С. 113-125.

21. Оре О. Графы и их применение / О. Оре. — Москва : Ленанд, 2015. — 208 с. — ISBN 978-5-9710-1140-8

22. Педагогические технологии: учебное пособие для студентов педагогических специальностей / под общ. ред. В. С. Кукушина — 4-е изд., перераб. и доп. — Ростов н/Д : Издательский центр «МарТ» ; Феникс, 2010. — 333 с. — ISBN 978-5-241-00987-6 (Издательский центр «МарТ»). — ISBN 978-5-222-16549-2 (ООО «Феникс»)

23. Харари Ф. Теория Графов / Ф. Харари. — 6-е изд., стер. — Москва : Ленанд, 2023. — 304 с. — ISBN 978-5-453-00241-2

24. Чумиков А. Н. Кейсы и деловые игры по связям с общественностью / А.Н.Чумиков. — Москва. :КноРус, 2021. — 983 с. — ISBN 978-5-406-00392-3

25. Шаталов В.Ф. Учить всех, учить каждого / В. Ф. Шаталов // Педагогический поиск / Сост. И. Н. Баженова ; Предисловие М. Н. Скаткина. — Москва. : Педагогика, 1990 . — 141-204

26. Шимутина Е. В. Кейс-технологии в учебном процессе / Е. В. Шимутина // Народное образование. — 2009. — № 2. — С. 172-179.