



№3 - 2021

**МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЗАНЯТИЙ  
РАЗДЕЛА «ГРАФОВЫЕ МОДЕЛИ» ДИСЦИПЛИНЫ  
«МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»  
СПЕЦИАЛЬНОСТИ 2-40 01 31  
«ТЕСТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ»**



***Н.В. Сенакосова,**  
студентка учреждения образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»*

**Аннотация.** В статье представлена методическая разработка системы занятий по теме «Кратчайшие пути в графе. Алгоритм Дейкстры. Нахождение кратчайших цепей между всеми парами узлов с использованием алгоритма Флойда» раздела «Графовые модели» дисциплины «Математическое моделирование» специальности 2-40 01 31 «Тестирование программного обеспечения». Статья сопровождается необходимым для проведения занятий дидактическим материалом [1–4].

**Ключевые слова:** алгоритм Дейкстры, алгоритм Флойда, граф, дисциплина «Математическое моделирование», кратчайшие пути в графе, методическая разработка, смешанное обучение, специальность «Тестирование программного обеспечения», урок.

Одной из дисциплин специального цикла учебного плана образовательной программы среднего специального образования специальности 2-40 01 31 «Тестирование программного обеспечения» является «Математическое моделирование». Согласно образовательному стандарту по специальности [6], освоение дисциплины направлено на формирование у учащихся профессиональной компетентности в области оптимального решения различных задач с помощью математических моделей. Она предусматривает изучение основ моделирования, линейного, дискретного и динамического программирования, моделей теории графов и математических пакетов в моделировании.

Дисциплина состоит из 5 разделов, третьим из которых является «Графовые модели». Фрагмент примерного тематического плана учебной дисциплины [5] приведен в таблице 1.



Таблица 1

**Фрагмент примерного тематического плана дисциплины**

| Раздел, тема   | Количество учебных часов |                                     |
|--|--------------------------|-------------------------------------|
|  | всего                    | в том числе на практические занятия |
| Раздел 3. Графовые модели  | 14                       | 10                                  |
| 3.1 Общие сведения о теории графов. Дерево как частный случай представления графа. Остовное дерево                                     | 8                        |                                     |
| Практические занятия. Изучение алгоритмов Прима и Крускала построения остовного дерева минимального веса                               |                          | 4                                   |
| 3.2 Кратчайшие пути в графе. Алгоритм Дейкстры. Нахождение кратчайших цепей между всеми парами узлов с использованием алгоритма Флойда | 6                        |                                     |
| Практические занятия. Нахождение кратчайших путей в графе. Поиск наикратчайшего расстояния между вершинами графа                       |                          | 6                                   |

В данном разделе находится тема 3.2, методическая разработка системы занятий которой предлагается далее. В приведенной разработке содержание раздела было переструктурировано и на тему выделено 8 учебных часов вместо имеющихся 6 в связи со сложностью содержания и необходимостью уделить больше внимания алгоритмам поиска кратчайших путей ввиду их широкой распространенности (табл. 2).

Таблица 2

**Система занятий по теме 3.2 раздела «Графовые модели»**

| Наименование тем учебных занятий   | Количество учебных часов | Тип                       |
|--|--------------------------|---------------------------|
| 3.2 Кратчайшие пути в графе. Алгоритм Дейкстры. Нахождение кратчайших цепей между всеми парами узлов с использованием алгоритма Флойда | 8                        |                           |
| Кратчайшие пути в графе. Алгоритмы нахождения кратчайших путей   | 2                        | Формирование новых знаний |
| Нахождение кратчайших путей в графе с использованием алгоритма Дейкстры  | 2                        | Комбинированный           |
| Автоматизация алгоритма Дейкстры   | 2                        | Формирование умений       |
| Нахождение кратчайших путей между всеми парами узлов с использованием алгоритма Флойда   | 2                        | Комбинированный           |

Для повышения эффективности проводимых занятий были использованы информационно-коммуникационные технологии, смешанное обуче-



ние. Этому способствовало изучение возможностей их применении, отразившееся в статьях и тезисах конференций [7, 8].

При проектировании занятий были использованы следующие онлайн-ресурсы: онлайн-доска Padlet [11], платформа для создания интерактивных учебных приложений Classtime [10]. Учащимся было рекомендовано к использованию приложение для построения блок-схем Draw.io [9].

В представленной разработке предлагается на занятиях использовать две онлайн-доски: одну для педагога, на которой он размещает материал по содержанию дисциплины, ссылки на тестовый контроль, задания для практических занятий, другую – для предоставления учащимися домашних работ. Такой формат позволяет достичь запланированных результатов обучения. Учащиеся в любой момент могут повторить пройденный материал, подготовиться к занятиям и выполнить практическое задание. Предоставление учащимися домашней работы посредством размещения результатов ее выполнения на онлайн-доске позволит преподавателю одновременно их проверить, выставить отметки, а на занятии прокомментировать качество выполнения работы и типичные ошибки, дать рекомендации для их предотвращения в дальнейшем. Такая организация работы позволяет сэкономить время за счет сокращения этапа проверки домашних заданий, уделив больше внимания актуализации знаний, полученных на предыдущих занятиях или изложению нового материала.

В последнее время возрастает роль формирующего оценивания в учебной деятельности. Формирующее оценивание – способ взаимодействия между преподавателями и учащимися, обеспечивающий обратную связь для выстраивания преподавания и обучения, улучшения достижения запланированных учебных результатов.

При выборе инструмента формирующего оценивания определяющим фактором является условие быстрого доступа учащихся к различным видам деятельности, связанным с оцениванием и самооцениванием. Один из таких инструментов веб-сервис *Classtime* [10], который используется в приведенной системе занятий.

С помощью сервиса *Classtime* можно провести тестирование учащихся для актуализации или закрепления новых знаний, или для допуска к выполнению практической работы (проверки готовности учащихся к ее выполнению). По окончании тестирования следует получить обратную связь от учащихся – предложить им ответить на вопросы: «Ты узнал/а что-нибудь новое?», «Хочешь проработать эту тему еще раз?», «Как ты себя ощущаешь в этой теме?». Преподаватель должен проанализировать полученные отзывы, при необходимости своевременно внести коррективы в работу с учащимися.

Для построения блок-схем алгоритмов учащимся предлагается ис-



пользовать бесплатное приложение Draw.io [19]. Приложение, предназначенное для моделирования диаграмм, блок-схем бизнес-процессов, ментальных карт, каркасных моделей и макетов. Приложение работает как онлайн, так и оффлайн, на настольных и мобильных устройствах, совместимо с любым браузером. У приложения имеется веб- и десктоп-версия, совместимая с операционными системами Windows, Mac OS и Linux. Готовую работу можно сохранить на жестком диске, вставить в вики-сайты и блоги. Для экспорта доступны форматы – pdf, jpg, png, svg, html и xml.

Рассмотрим последовательно спроектированные занятия темы 3.2 раздела «Графовые модели», особенности методики преподавания. Все занятия имеют продолжительность 2 учебных часа. Применяется диагностическая постановка целей – через результаты обучения. Презентации для занятий, конспекты для учащихся и инструкции для практических работ, ссылки на онлайн-тесты размещены в рабочем варианте на онлайн-доске. Онлайн-доски доступны по ссылкам, которые даны в описании каждого занятия [11]. При необходимости их можно скачать и использовать иначе.

Занятие 1. Тема: ***Кратчайшие пути в графе. Алгоритмы нахождения кратчайших путей.***

**Цели:**

*Обучающая* – учащиеся должны:

- излагать постановку задачи коммивояжера;
- перечислять основные алгоритмы нахождения кратчайшего пути.

*Воспитательная* – воспитание усидчивости, дисциплинированности.

*Развивающая* – развитие внимания, аналитического мышления.

**Тип:** формирование новых знаний.

**Дидактическое обеспечение:** мультимедийная презентация.

**Структура:**

1. Организационный момент.
2. Сообщение темы и цели занятия. Мотивация учебно-познавательной деятельности путем объяснения значимости задачи нахождения кратчайших путей и области ее применения.
3. Изложение нового материала. Лекция с презентацией.
4. Обобщение изученного материала. Ответы на вопросы учащихся. Тест на платформе Classtime. В конце теста – рефлексия.
5. Проверка усвоения нового материала. Дополнительные разъяснения по материалу. Проверка результатов прохождения тестирования, комментарии, коллективное обсуждение допущенных ошибок, разъяснения и рекомендации по их предупреждению.
6. Подведение итогов работы. Выдача домашнего задания.

На первом занятии в общем виде рассматривается задача нахождения кратчайших путей в графе, виды алгоритмов нахождения кратчайших пу-



тей и подробное изучается метод Кларка-Райта, модификации которого часто используются для решения задачи маршрутизации транспортных средств.

Домашнее задание: изучить подробно один из алгоритмов нахождения кратчайшего расстояния в графе и подготовить доклад, отражающий краткую историю, цель и порядок работы алгоритма.

Материал занятия размещен на онлайн-доске по адресу: [https://padlet.com/snadezhda\\_v/graph\\_models](https://padlet.com/snadezhda_v/graph_models).

Вид окна онлайн-доски с размещенным на ней материалом для учащихся представлен на рисунке 1.

Готовые домашние задания учащиеся обязаны разместить на онлайн-доску по адресу: [https://padlet.com/snadezhda\\_v/homework](https://padlet.com/snadezhda_v/homework), пароль для доступа: 84460023 [11].

Рис. 1. Онлайн-доска с материалом для учащихся



Занятие 2. Тема: *Нахождение кратчайших путей в графе с использованием алгоритма Дейкстры*

**Цели:**

*Обучающая* – учащиеся должны:

- описывать порядок выполнения алгоритма Дейкстры;
- выполнять нахождение кратчайшего пути в графе, используя алгоритм Дейкстры.

*Воспитательная* – воспитание усидчивости, самостоятельности.

*Развивающая* – развитие внимания, аналитического мышления.

**Тип:** комбинированный.

**Дидактическое обеспечение:** мультимедийная презентация, инструкции для учащихся по выполнению практической работы (по количеству учащихся).

**Структура:**

1. Организационный этап.
2. Проверка домашнего задания.

Проверка домашнего задания осуществляется до занятия. На занятии объявляются отметки, приводятся типичные ошибки и даются рекомендации по их предупреждению.

3. Сообщение темы и цели занятия. Мотивация учебно-познавательной деятельности учащихся путем приведения примеров применения алгоритма Дейкстры.

4. Изложение нового материала. Объяснение в сопровождении презентации.

5. Закрепление нового материала. Тест на платформе Classtime. В конце теста – рефлексия.

6. Самостоятельная работа учащихся. Выполнение практического задания согласно инструкции.

7. Прием и оценка выполненных работ. Анализ и характеристика отдельных работ учащихся. Объяснение типичных ошибок и недостатков, рекомендации по их предупреждению. Объявление отметок.

8. Подведение итогов работы. Выдача домашнего задания.

Второе занятие призвано дать учащимся знания о работе алгоритма Дейкстры, а также умения использовать алгоритм для нахождения кратчайшего расстояния. На данном занятии следует подробно рассмотреть работу алгоритма. Для этого необходимо провести презентацию. Важным аспектом является взаимодействие педагога с учащимися для поддержания их вовлеченности в процесс обучения. Для закрепления полученных знаний предусмотрено проведение практической работы и выдача домашнего задания, цель которого подготовить учащихся к выполнению следующей



практической работы.

Домашнее задание: нарисовать блок-схему алгоритма Дейкстры.

Материал занятия размещен на онлайн-доске по адресу [https://padlet.com/snadezhda\\_v/graph\\_models](https://padlet.com/snadezhda_v/graph_models).

Готовые домашние задания учащиеся должны разместить на онлайн-доску по адресу [https://padlet.com/snadezhda\\_v/homework](https://padlet.com/snadezhda_v/homework), пароль для доступа: 84460023 [11].

Занятие 3. Тема: *Автоматизация алгоритма Дейкстры.*

**Цели:**

*Обучающая* – учащиеся должны уметь реализовывать автоматизацию алгоритма Дейкстры.

*Воспитательная* – воспитание усидчивости, самостоятельности.

*Развивающая* – развитие внимания, аналитического мышления.

**Тип:** формирование умений.

**Дидактическое обеспечение:** персональный компьютер (по количеству учащихся), инструкции для учащихся по выполнению практической работы (по количеству учащихся).

**Структура:**

1. Организационный этап.

2. Сообщение темы и цели занятия. Мотивация учебно-познавательной деятельности учащихся путем приведения примеров применения алгоритма Дейкстры.

3. Актуализация знаний учащихся по материалу, изученному на предыдущем занятии в форме беседы шаги выполнения алгоритма Дейкстры, условие окончания выполнения алгоритма. Проверка домашнего задания.

4. Инструктаж. Самостоятельная работа учащихся по инструкции.

5. Обобщение и систематизация знаний. Фронтальный опрос по контрольным вопросам инструкции к практической работе.

6. Прием и оценка выполненных работ. Анализ и характеристика отдельных работ учащихся. Объяснение типичных ошибок и недостатков, рекомендации по их предупреждению. Объявление отметок.

7. Подведение итогов работы. Выдача домашнего задания.

Третий урок имеет практическую направленность и нацелен на реализацию алгоритма Дейкстры на одном из языков программирования. Здесь прослеживается связь дисциплины «Математическое моделирование» с дисциплинами «Основы алгоритмизации и программирования», «Конструирование программ и языков программирования», так как помимо знания алгоритма требуются навыки написания программного кода на языке программирования. Успешность выполнения учащимися практической работы



во многом определяется качеством выполнения домашней работы, которая предполагала составления блок-схемы, по которой реализуется данный алгоритм.

Домашнее задание: изучить возможные варианты улучшения алгоритма Дейкстры, реализовать один из них и предоставить отчет, включающий краткое описание оптимизации алгоритма, листинг кода и скриншоты результатов выполнения программы.

Материал занятия размещен на онлайн-доске по адресу: [https://padlet.com/snadezhda\\_v/graph\\_models](https://padlet.com/snadezhda_v/graph_models).

Готовые домашние задания учащиеся должны разместить на онлайн-доску по адресу [https://padlet.com/snadezhda\\_v/homework](https://padlet.com/snadezhda_v/homework), пароль для доступа: 84460023 [11].

Занятие 4. Тема: **Нахождение кратчайших путей между всеми парами узлов с использованием алгоритма Флойда.**

**Цели:**

*Обучающая* – учащиеся должны:

- описывать порядок выполнения алгоритма Флойда;
- выполнять нахождение кратчайших цепей между всеми парами узлов, используя данный алгоритм.

*Воспитательная* – воспитание усидчивости, самостоятельности.

*Развивающая* – развитие внимания, аналитического мышления.

**Тип:** комбинированный.

**Дидактическое обеспечение:** мультимедийная презентация, инструкции для учащихся по выполнению практической работы (по количеству учащихся).

**Структура:**

1. Организационный этап.
2. Проверка домашнего задания.

Проверка домашнего задания осуществляется до занятия. На занятии объявляются отметки, типичные ошибки и даются рекомендации по их предупреждению.

3. Сообщение темы и цели занятия. Мотивация учебно-познавательной деятельности учащихся путем приведения примеров применения алгоритма Флойда.

4. Изложение нового материала. Объяснение в сопровождении презентации.

5. Закрепление нового материала. Тест на платформе Classtime. В конце теста – рефлексия.

6. Самостоятельная работа учащихся по инструкции.

7. Прием и оценка выполненных работ. Анализ и характеристика от-





дельных работ учащихся. Объяснение типичных ошибок и недостатков, рекомендации по их предупреждению. Объявление отметок.

8. Подведение итогов. Выдача домашнего задания.

На четвертом уроке учащиеся знакомятся с новым алгоритмом и учатся применять полученные знания на практике. Данное занятие по стилю проведения похоже на второе занятие. Здесь также проводится презентация. Не стоит забывать про взаимодействие с учащимися. Практическая работа позволяет закрепить полученные теоретические знания на практике.

Домашнее задание: нарисовать блок-схему алгоритма Флойда.

Материал занятия размещен на онлайн-доске по адресу: [https://padlet.com/snadezhda\\_v/graph\\_models](https://padlet.com/snadezhda_v/graph_models).

Готовые домашние задания учащиеся должны разместить на онлайн-доску по адресу [https://padlet.com/snadezhda\\_v/homework](https://padlet.com/snadezhda_v/homework), пароль для доступа: 84460023 [11].

Представленную методическую разработку могут использовать преподаватели дисциплины «Математическое моделирование» для проведения занятий по специальности 2-40 01 31 «Тестирование программного обеспечения».

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Буснюк, Н.Н. Математическое моделирование. Практикум : учеб. пособие / Н.Н. Буснюк, А.А. Черняк, Ж.А. Черняк. Минск : Беларусь, 2014. 312 с.

2. Буснюк, Н.Н. Математическое моделирование : учеб. пособие / Н.Н. Буснюк, А.А. Черняк. Минск : Беларусь, 2014. 214 с.

3. Зализняк, В.Е. Введение в математическое моделирование : учеб. пособие / В.Е. Зализняк, О.А. Золотов. М. : Издательство Юрайт, 2020. 133 с.

4. Корзюк, В.И. Математическое моделирование: курс лекций / В.И. Корзюк, И.С. Козловская. Минск : БГУ, 2015. 36 с.

5. Математическое моделирование: примерный тематический план по учебной дисциплине профессионального компонента типового учебного плана по специальности 2-40 01 31 «Тестирование программного обеспечения» [Электронный ресурс] : постановление М-ва образования Респ. Беларусь 22 июля 2019 г. № 114. Режим доступа : [http://ripo.unibel.by/umosso/new\\_bank2019/2-40%2001%.2031.html](http://ripo.unibel.by/umosso/new_bank2019/2-40%2001%.2031.html). Дата доступа : 05.09.2021.

6. Образовательный стандарт среднего специального образования по специальности 2-40 01 31 «Тестирование программного обеспечения» [Электронный ресурс] : постановление М-ва образования Респ. Беларусь 28 ноября 2014 г. № 167. Режим доступа : [http://ripo.unibel.by/umosso/standart-ss0/bank\\_standart.html](http://ripo.unibel.by/umosso/standart-ss0/bank_standart.html). Дата доступа : 05.09.2021.

7. Славинская, О.В. Интерактивная онлайн-доска как инструмент для организации коммуникации в традиционном и дистанционном обучении / О.В. Славинская, Н.В. Сенакосова // Дистанционное обучение – образовательная среда XXI века : материалы XI Междунар. науч.-метод. конф., Минск, 11–13 де-



## *№3 - 2021*

кабря 2019 г. / БГУИР ; редкол. : В.А. Прытков [и др.]. Минск, 2019. С. 290–291.

8. Славинская, О.В. Использование сервисов Google при реализации образовательных программ переподготовки руководящих работников и специалистов / О.В. Славинская, Н.В. Сенакосова // ПОСТДИП-2020 : современные технологии образования взрослых : сб. науч. ст. / ГрГУ ; редкол. : Е.В. Концеал [и др.]. Гродно, 2020. С. 158–163.

9. Draw.io: create and share diagrams [Электронный ресурс]. Режим доступа : <https://about.draw.io>. Дата доступа : 05.09.2021.

10. Classtime: ваш путь к успеху учеников [Электронный ресурс]. Режим доступа : <https://www.classtime.com/ru>. Дата доступа : 05.09.2021.

11. Padlet: сотрудничай лучше, будь продуктивнее [Электронный ресурс]. Режим доступа : <https://ru.padlet.com>. Дата доступа : 05.09.2021.