

DOI: 10.32517/2221-1993-2023-22-6-4-17

А. А. Марко, С. А. Лакомкин, А. С. Барабанов

Московский городской педагогический университет, г. Москва, Россия

ИТ-ВЕРТИКАЛЬ: КОНЦЕПЦИЯ И РЕАЛИЗАЦИЯ ИЗУЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОСНОВНОЙ ШКОЛЕ

Аннотация

В статье представлено описание концепции и модели изучения информационных технологий на уровне основного общего образования в условиях реализации ФГОС. На примере осуществления проекта в VII—IX классах общеобразовательных организаций города Москвы раскрыто содержание образовательной траектории подростка с учетом запроса на раннюю профилизацию по направлению «Информатика и информационные технологии». Особенности образовательной траектории реализованы через специальный курс билингвального программирования, новое содержание курса технологии (с включением специальных разделов по мехатронике, технологиям создания цифровых двойников, электронике и схемотехнике) и экосистему курсов внеурочной деятельности в формах, специфических для разработчиков программных продуктов. Особенностью изучения информатики и физики на углубленном уровне является наличие межпредметных кейсов с использованием цифровых лабораторий. Представлены механизмы и инструменты интеграции в образовательную программу специальных знаний по актуальным вопросам ИТ-отрасли. Отдельное место занимают вопросы создания необходимой инфраструктуры для реализации проекта: материально-технической базы, подготовки кадров и методического сопровождения проекта. Представлены уникальные функциональные и дидактические возможности цифровых инструментов для деятельностного погружения школьников в процесс освоения содержания образовательной программы. Приведены примеры авторских заданий для формирования умений и навыков школьников, диагностики и контроля полученных знаний.

Ключевые слова: ИТ-вертикаль, билингвальное программирование, информационные технологии, цифровые лаборатории, виртуальные лаборатории.

1. Введение

Сегодня мы являемся свидетелями множества инициатив, связанных с совершенствованием системы общего образования на всех ее уровнях. Эти инициативы во мно-

гом вызваны запросами экономики на формирование основы технологического суверенитета страны. Очевидно, что наибольшую поддержку и дальнейшее продвижение имеют проекты, направленные на трансляцию лучших практик профориентационной работы [11] и проекты,

Контактная информация

Марко Антон Александрович, канд. физ.-мат. наук, зам. директора, Институт развития профильного обучения, Московский городской педагогический университет, г. Москва, Россия; *адрес:* 129226, Россия, г. Москва, 2-й Сельскохозяйственный пр-д, д. 4, корп. 1; *e-mail:* markoaa@mgpu.ru

Лакомкин Сергей Александрович, ст. методист, Институт развития профильного обучения, Московский городской педагогический университет, г. Москва, Россия; *адрес:* 129226, Россия, г. Москва, 2-й Сельскохозяйственный пр-д, д. 4, корп. 1; *e-mail:* lakomkinsa@mgpu.ru

Барабанов Алексей Сергеевич, ст. методист, Институт развития профильного обучения, Московский городской педагогический университет, г. Москва, Россия; *адрес:* 129226, Россия, г. Москва, 2-й Сельскохозяйственный пр-д, д. 4, корп. 1; *e-mail:* barabanov@mgpu.ru

A. A. Marko, S. A. Lakomkin, A. S. Barabanov

Moscow City University, Moscow, Russia

IT VERTICAL: CONCEPT AND IMPLEMENTATION OF STUDYING INFORMATION TECHNOLOGIES IN BASIC SCHOOL

Abstract

The article presents a description of the concept and model for the study of information technologies at the level of basic general education in the context of the implementation of the Federal State Educational Standards. Based on the example of the implementation of the project in grades VII—IX of general education organizations in Moscow, the content of the educational trajectory of a teenager is revealed, taking into account the request for early profiling in the field of "Informatics and information technologies". Features of the educational trajectory are implemented through a special bilingual programming course, new content of the course of technology (with the inclusion of special sections on mechatronics, technologies for creating digital twins, electronics and circuit design) and an ecosystem of extracurricular activities courses in forms specific to software developers. A feature of studying informatics and physics at an advanced level is the presence of interdisciplinary cases using digital laboratories. Mechanisms and tools for integrating specialized knowledge on current issues in the IT industry into the educational program are presented. A special place is occupied by the issues of creating the necessary infrastructure for the implementation of the project: material and technical base, personnel training and methodological support of the project. The unique functional and didactic capabilities of digital tools for active immersion of schoolchildren in the process of mastering the content of the educational program are presented. Examples of author's assignments are given for developing the skills of schoolchildren, diagnosing and monitoring acquired knowledge.

Keywords: IT vertical, bilingual programming, information technologies, digital laboratories, virtual laboratories.

направленные на формирование у школьников специальных знаний и умений для решения отраслевых задач.

Одним из флагманов таких инициатив является проект системы столичного образования «Предпрофессиональные классы в московских школах», который реализуется в Москве с 2016 года. На основе обобщения опыта реализации проектов предпрофессионального образования, базирующихся на технологическом профиле ФГОС [1, 8], — «ИТ-класс в московской школе» [2, 6] (с 2019 года) и «Инженерный класс в московской школе» [4] (с 2016 года) — стала очевидной необходимость более ранней профориентации школьников в рамках технологического профиля в сочетании с пропедевтикой специальных знаний и умений как по традиционным школьным предметам — физика, математика, информатика, так и по предметам, специфическим для современной инженерии и информационно-технологической отрасли, — робототехника, моделирование и прототипирование, электроника и схемотехника, информационная безопасность, программирование. При этом в каждом из направлений рассматриваются различные уровни подготовки — как общеобразовательные, так и предпрофессиональные. Также большое внимание уделяется подготовке для соревнований команд, способных оперативно решать сложные задачи, в том числе в области робототехники [7].

Целью данной статьи является *описание опыта столичной системы образования в ранней предпрофессиональной подготовке школьников в области информационных технологий на примере городского проекта «ИТ-вертикаль».*

2. О проекте «ИТ-вертикаль»

«ИТ-вертикаль» [5] — проект предпрофильной подготовки учащихся VII—IX классов, направленный на формирование у них знаний и прикладных умений в области информационных технологий для решения теоретических и практико-ориентированных задач.

Проект предполагает подготовку обучающегося к профессиональному выбору: выявляются его интересы и склонности, отслеживается его отношение к ситуации выбора, определяются мотивы выбора будущей профессии.

Практико-ориентированный характер предпрофильной подготовки позволяет подростку овладеть эффективными приемами использования цифровых инструментов для решения задач, получения новых знаний, исследований, а также для решения профессиональных задач современной инженерии.

На основе приобретенного опыта **у обучающегося появляется возможность определить одно из трех ключевых направлений своей дальнейшей самореализации:**

- 1) использование информационных технологий и инструментов в качестве пользователя (*среднее профессиональное образование*);
- 2) использование информационных технологий как инструмента для решения инженерных, научных, экономических и иных задач (*инженерный класс, предпринимательский класс, академический класс*);
- 3) создание и развитие ИТ-инструментов для различных отраслей экономики (*ИТ-класс*).

Решение задачи самоопределения возможно за счет реализации **двух направлений предпрофильной подготовки, объединенных в образовательную траекторию обучающегося проекта «ИТ-вертикаль»:**

- 1) *освоение системы академических знаний* по физике, математике и информатике на углубленном уровне;
- 2) *профессиональная ориентация, присвоение специальных знаний* в области информационных технологий и их применения для решения задач науки и техники через профессиональные пробы в приоритетных направлениях ИТ-отрасли: технологии искусственного интеллекта, мехатроника и робототехника, электроника и микропроцессорная техника, создание цифровых двойников, информационная безопасность, технологии связи.

3. Структура образовательной траектории школьника в проекте «ИТ-вертикаль»

3.1. Математика, информатика, физика

Изучение на углубленном уровне системообразующих предметов — математики, информатики и физики — включает в себя не только повышение учебной нагрузки по дисциплинам за счет увеличения количества учебных часов, но и решение межпредметных учебных задач (например, моделирование физического эффекта путем построения математической модели и ее визуализации средствами информационных технологий).

Содержательно обучение информатике и физике в классах проекта «ИТ-вертикаль» на углубленном уровне основывается на федеральных рабочих программах основного общего образования по данным предметам (углубленный уровень) [10, 13, 15]. Метапредметные результаты обучения включают в себя формирование ИТ-компетенций у обучающихся за счет использования ИТ-инструментария, в том числе уникальной экосистемы виртуальных лабораторий Библиотеки Московской электронной школы [3].

Например, при изучении темы «Законы постоянного тока» для сборки экспериментальных установок используются не традиционные учебные наборы кабинета физики, а беспаячные макетные платы и радиотехнические детали в сочетании с предварительной сборкой электрических цепей в виртуальных лабораториях «Электродинамика» или «Использование микроконтроллеров».

Законы механического движения рекомендуется изучать, в числе прочего, с использованием цифровых лабораторий по физике, состоящих из ультразвуковых датчиков расстояния и программного обеспечения для обработки результатов проводимого эксперимента.

Для обработки массивов данных, полученных в результате экспериментов по физике, используются табличные процессоры, позволяющие провести анализ данных эксперимента и их визуализацию.

3.2. Программирование

Обязательный учебный курс «Программирование» реализуется в VII—IX классах на двух языках про-

граммирования — Python и C++. Объем курса на период обучения в классе проекта «ИТ-вертикаль» — 102 часа.

Изучение алгоритмических конструкций и перенос этих конструкций на языки программирования помогают школьникам *развить логическое мышление и аналитические навыки*: при написании кода необходимо проводить анализ задачи, разбивать ее на более мелкие части и определять логическую последовательность действий для ее решения.

Одновременное обучение программированию на Python и C++ — это *современный билингвальный подход*, благодаря которому учащийся в процессе освоения курса изучает сразу два языка программирования среди самых популярных в индустрии информационных технологий. Знание этих языков будет полезно в работе программиста, разработчика, аналитика данных, а также во многих других профессиях.

Неотъемлемым спутником процесса изучения программирования является постоянное *развитие творческого мышления*. Ведь для поиска оптимального, а иногда и единственного решения обучающимся приходится постоянно экспериментировать и применять творческий подход, так как практически для каждой задачи есть несколько возможных путей ее решения. В процессе творчества и экспериментов при решении задач у школьников происходит не только первичное закрепление изученного материала, но и разносторонняя отработка практических навыков.

Учебный курс «Программирование» помогает учащимся *развить навыки решения проблем*. При программировании часто возникают ошибки и сложности, и ученикам приходится искать способы исправления ошибок, преодоления сложностей, что развивает у них умение находить пути решения сложных задач. А использование двух языков, Python и C++, помогает расширить набор инструментов для решения. С одной стороны, в начале изучения курса билингвальный подход и сам создает повышенную сложность, школьники допускают много ошибок, но, с другой стороны, в процессе освоения курса этот подход позволяет раскрыть перед обучающимися особенности каждого языка, в том числе особенности синтаксиса, и поиск ошибок будет происходить уже в конкретных местах в зависимости от используемого для решения задачи языка программирования.

Python и C++ являются достаточно универсальными языками программирования, они могут быть использованы для создания различных типов программ. Изучение этих языков помогает учащимся лучше понять основы программирования и создания алгоритмов, что облегчит им в будущем и изучение смежных языков.

Тренды ИТ-отрасли сейчас таковы, что для анализа данных и оперативной разработки используется Python, а при разработке программ для конечных устройств и различных микроконтроллеров — C++ или другие языки, сходные с ним по синтаксису, алгоритмическим конструкциям, способам организации памяти и другим характеристикам. Поэтому *учебный курс «Программирование» можно рассматривать как одно из звеньев цепи решения задачи профессиональной ориентации школьников*. Изучение сразу двух языков позволит учащемуся понять, какое из направлений программной разработки ему интереснее: работа с данными и разра-

ботка программных продуктов (Python) или программирование устройств (C++), что также позволит сделать осознанный выбор между инженерией, ИТ-разработкой и аналитикой данных (профессией Data Scientist).

Курс «Программирование» носит практико-ориентированный характер с опорой на решение отраслевых кейсов: анализ массива реальных данных, программирование движения робота, разработка управляющего кода для 3D-принтера или станка лазерной резки.

В курсе *большое внимание уделено инструментарию программирования*. Изучение инструментов технологий программирования дает возможность школьникам познакомиться с технологией разработки, отладки и внедрения программного обеспечения. Например, использование системы контроля позволяет учащимся глубоко погрузиться в проблематику разработки программных продуктов, найти применение своих сильных сторон в командной разработке и увидеть процесс создания программного обеспечения с фрагментацией задач.

В процессе преподавания курса используется *технология «образовательного реверса»*, состоящая в том, что обучающийся изначально не пишет код программы «с нуля», а разбирает действующий код и исследует возможности его дальнейшей модификации. Это позволяет снизить порог входа в сложный курс и познакомить школьников с реверсивными технологиями (закрепить знание о реверсе ученики смогут в курсе технологии при работе с 3D-сканерами).

3.3. Технология

Профессиональная ориентация в структуре образовательной траектории проекта реализуется за счет **расширения содержания предмета «Технология»** (табл. 1).

Проект «ИТ-вертикаль» при его запуске в 2022/2023 учебном году привнес новизну в предмет «Технология», предполагая обязательное включение в курс обучения модулей «Электроника и микропроцессорная техника», «Мехатроника и робототехника», «Моделирование и прототипирование». В настоящее время федеральная рабочая программа предмета «Технология» на уровне основного общего образования предполагает изучение модулей «Робототехника», «3D-моделирование, прототипирование, макетирование», «Компьютерная графика. Черчение» [14].

Предмет «Технология» с расширенным содержанием в VII—IX классах позволяет решать задачи по формированию знаний и умений школьников в вопросах создания цифровых двойников (моделирование и прототипирование), электронных устройств с управляющими контроллерами (электроника и схемотехника), мехатронных и роботизированных устройств (мехатроника и робототехника).

За весь период обучения в проекте «ИТ-вертикаль» учащийся знакомится со всеми тремя модулями предмета «Технология». Каждый год школьник изучает новое направление, получает базовые знания по нему и применяет их на практике. Практическая ориентированность курса позволяет подросткам освоить выполнение сложных задач через решение специальных учебных кейсов, без освоения множества теоретических вопросов.

Таблица 1

Содержание модулей предмета «Технология»

№ п/п	Модуль	Содержание модуля
1	Основы микропроцессорной техники	• Основы схемотехники. Аналоговая электроника. • Цифровая электроника. • Программирование микроконтроллеров
2	Основы моделирования и прототипирования	• Основы черчения. • Основы трехмерного моделирования. • Основы прототипирования. • Основы лазерных фрезерных технологий. • Основы реверсивного инжиниринга
3	Основы мехатроники и робототехники	• Введение в программирование на C-подобных языках. • Основы работы с исполнительными устройствами и датчиками. • Алгоритмы управления робототехническими устройствами. • Базовые задачи мобильной робототехники. • Основы мехатроники и промышленной робототехники. • Основы пилотирования мобильных роботов и квадрокоптеров. • Творческие задания на конструирование и программирование автоматических устройств

Такой подход позволяет осуществить **профессиональные пробы** и дает возможность школьнику понять сферу его интересов для дальнейшего развития: пользование готовыми инструментами и самосовершенствование в этом направлении (среднее профессиональное образование — высокотехнологичные рабочие специальности) или развитие и создание новых инструментов и программных решений (дальнейшее получение теоретических знаний в предпрофессиональных классах и в вузах).

Отсутствие процедуры итоговой государственной аттестации по предмету «Технология», а также необходимость проведения промежуточного контроля достижения образовательных результатов по введенным модулям потребовали создания **инструментов и механизмов независимой диагностики**. Неотъемлемым компонентом образовательного проекта «ИТ-вертикаль» стал инструмент диагностики усвоения знаний обучающихся по предмету «Технология» на весь период обучения — «ИТ-марафон».

«ИТ-марафон» [16] — серия диагностических мероприятий, которые дают участникам проекта «ИТ-вертикаль» равные возможности для демонстрации результатов освоения нового содержания образовательной программы, повышают интерес и мотивацию школьников к изучению информационных технологий через соревновательную механику, а также способствуют развитию и совершенствованию диагностических материалов по проверке ИТ-компетенций на базе виртуальных лабораторий московской электронной школы.

4. Содержание модулей курса «Технология»

Остановимся подробнее на содержании обязательных модулей курса «Технология» и инструмента мониторинга эффективности их реализации.

4.1. Основы микропроцессорной техники

На первом этапе реализации модуля «Основы микропроцессорной техники» — «**Основы схемотехники**.

Аналоговая электроника» — обучающиеся знакомятся с основами схемотехники и изучают аналоговую электронику. Задача данного этапа — формирование умений по сборке простейших электрических цепей на основе технического описания.

Обучающиеся, получив базовые теоретические знания об основных электронных компонентах, переходят к практике сборки электрических цепей на реальном оборудовании или на оборудовании виртуальной лаборатории МЭШ «Физика. Электродинамика».

В качестве **диагностики** усвоения знаний на первом этапе «ИТ-марафона» обучающимся предлагается выполнить серию заданий для самостоятельного решения. В «ИТ-марафоне» 2022/2023 учебного года обучающиеся реализовывали задания «Два ключа», «Три яркости светодиода» и «Капризные лампы» (рис. 1).

Второй этап освоения модуля «Основы микропроцессорной техники» предполагает изучение темы «**Цифровая электроника**». Здесь формируются умения учащихся по чтению и сборке схем с использованием логических элементов.

Обучающиеся после знакомства с основами цифровой логики изучают логические элементы схемотехники: И, ИЛИ, НЕ, И-НЕ, ИЛИ-НЕ.

Полученные знания применяются на практике путем сборки логических схем как на реальном оборудовании, так и на оборудовании виртуальной лаборатории МЭШ «Технология. Построение логических схем».

В качестве **диагностики** на втором этапе «ИТ-марафона» обучающимся предлагается выполнить задания, предусматривающие сборку логических схем с использованием различных источников данных: таблицы истинности, диаграммы Венна и др. (рис. 2).

Цель изучения третьей темы модуля «Основы микропроцессорной техники», «**Программирование микроконтроллеров**», — формирование навыков сборки и программирования устройств с использованием микроконтроллеров.

Обучающиеся знакомятся:

- с платой Arduino;

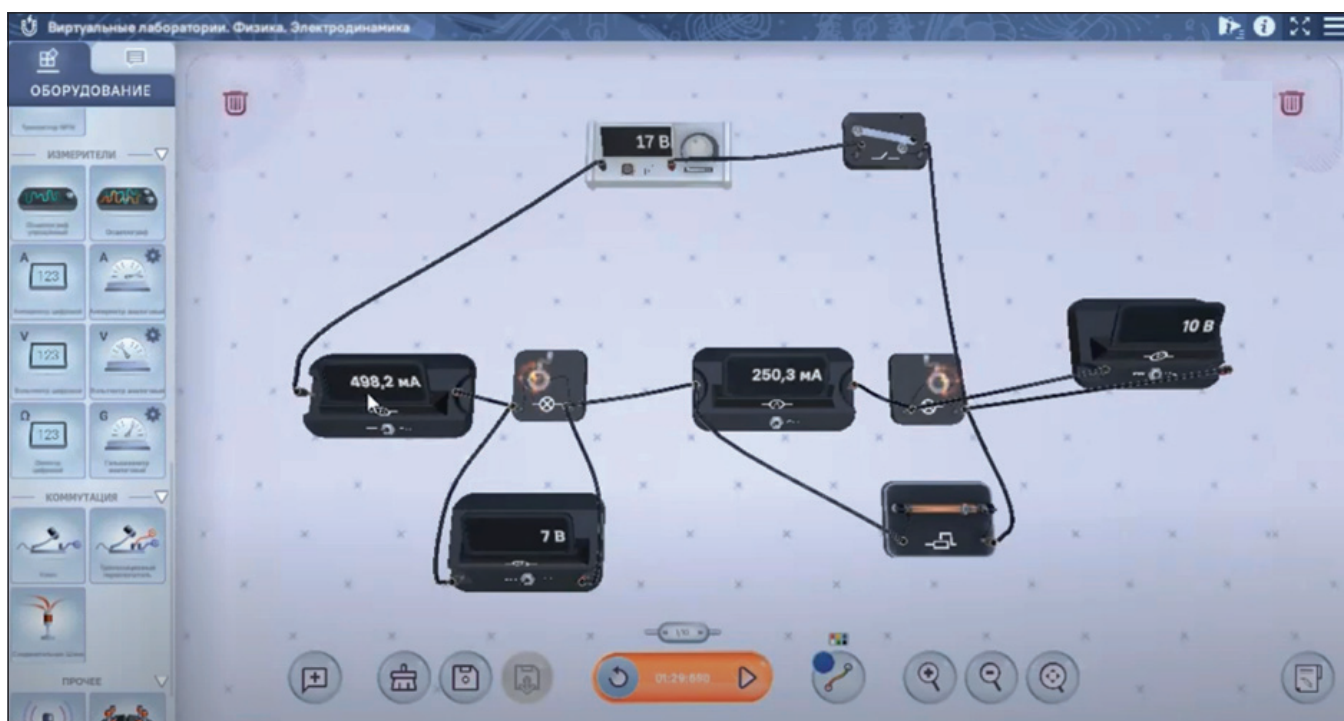


Рис. 1. Задание «Капризные лампы»

- с различными инструментами получения данных из внешней среды (датчиками, клавиатурами и др.);
- с основами программирования микроконтроллеров;
- с управлением внешними устройствами (сервоприводом, двигателем).

Практическое применение знаниям обучающиеся находят в реализации проектов с использованием реаль-

ного оборудования, а также оборудования виртуальной лаборатории «Технология. Программирование микроконтроллеров».

В качестве диагностики усвоения знаний по теме «Программирование микроконтроллеров» «ИТ-марафон» в 2022/2023 учебном году предполагал реализацию двух проектов: системы из пешеходно-автомобильного

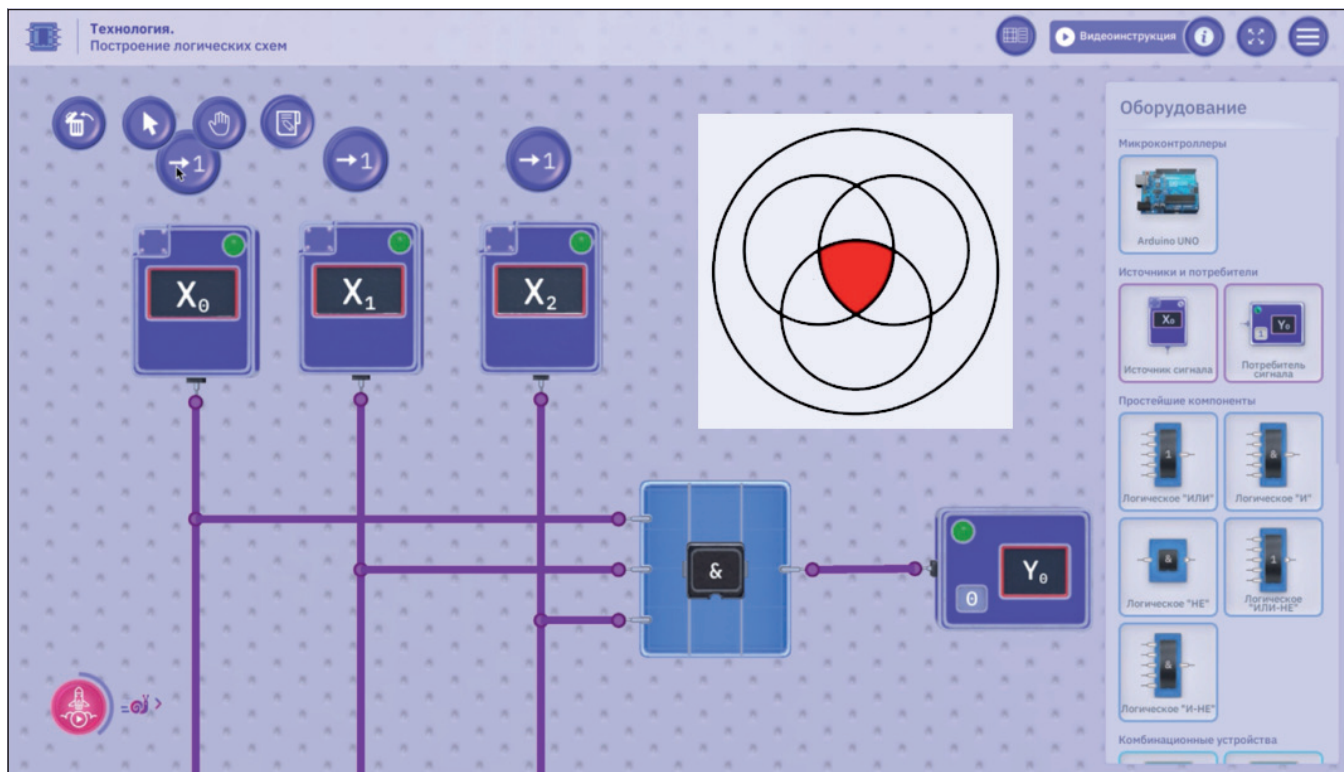


Рис. 2. Построение логической схемы на основе диаграммы Венна

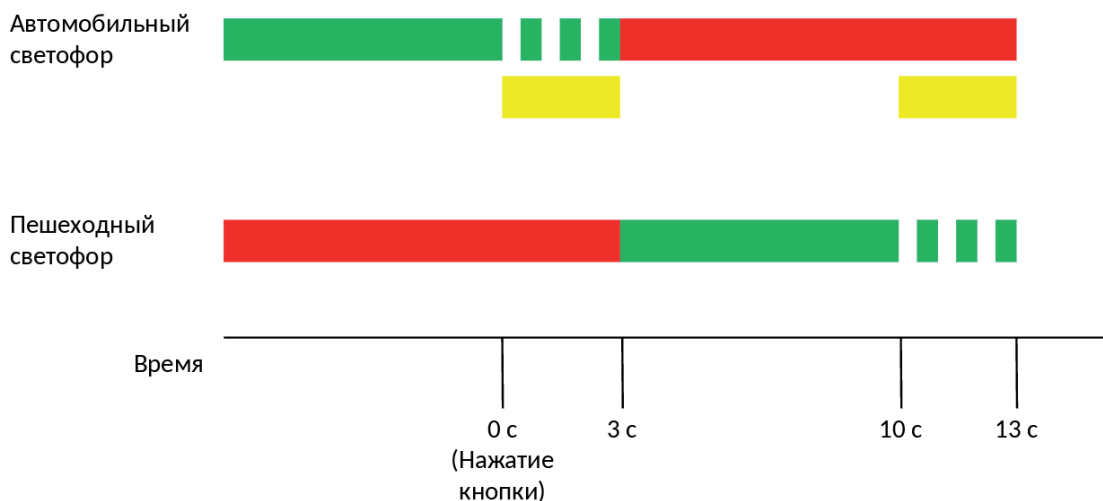


Рис. 3. Диаграмма работы пешеходно-автомобильного светофора

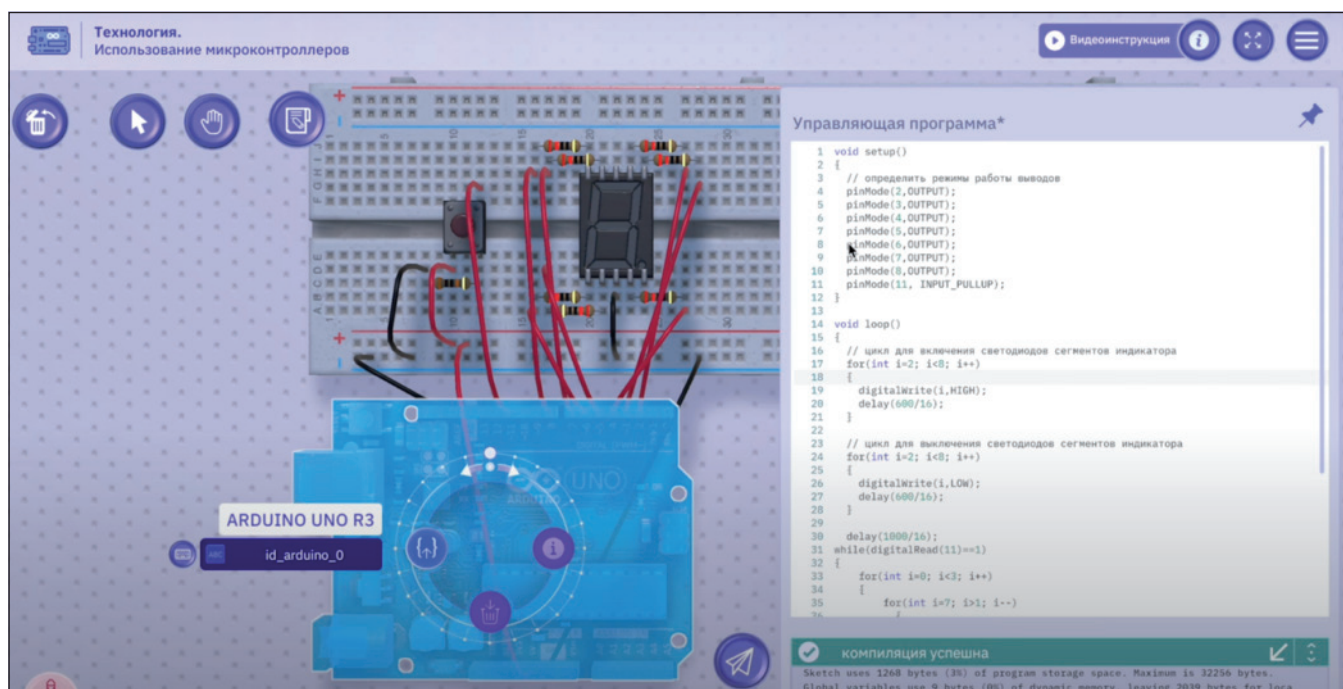


Рис. 4. Реализация пешеходного светофора с семисегментным индикатором

светофора и кнопки (рис. 3) и системы из пешеходного светофора с семисегментным индикатором (рис. 4).

4.2. Основы моделирования и прототипирования

В модуле «Основы моделирования и прототипирования» первая тема — «**Основы черчения**» — включает в себя знакомство с основами черчения и направлена на формирование базовых навыков черчения. Для отработки полученных навыков обучающимся предлагается использовать виртуальную лабораторию «Технология. Черчение».

В качестве диагностики задания «ИТ-марафона» включают в себя отработку полученных навыков и предполагают построение заданного плоского контура, нанесение размеров и заполнение основной надписи на чертеже (рис. 5) в рамках первого этапа, а также построение трех видов изометрической проекции, нанесение

размеров и заполнение основной надписи на чертеже (рис. 6) на втором этапе.

Вторая тема модуля «Основы моделирования и прототипирования» — «**Основы трехмерного моделирования**» — посвящена изучению построения трехмерных моделей.

Для диагностики освоения этой темы в заданиях третьего этапа «ИТ-марафона» по направлению «Моделирование и прототипирование» обучающимся предлагается построить трехмерную модель объекта по изометрической проекции. Для выполнения данного задания ученики используют виртуальную лабораторию «Технология. 3D-моделирование. Силаэдр» или другую систему автоматизированного проектирования (КОМПАС-3D, OpenScad, FreeCad, Blender) (рис. 7).

На четвертом этапе «ИТ-марафона» по направлению «Моделирование и прототипирование» обучающимся

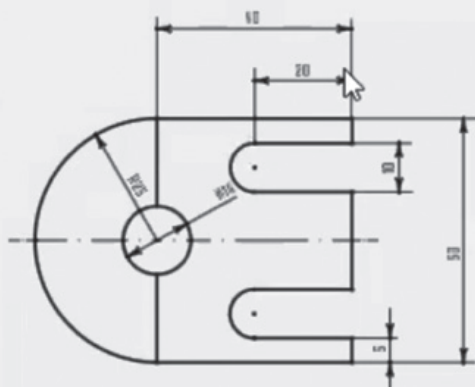


Рис. 5. Пример задания первого этапа «ИТ-марафона» по направлению «Моделирование и прототипирование»

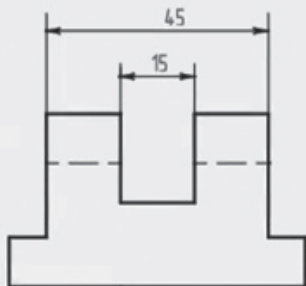


Рис. 6. Пример задания второго этапа «ИТ-марафона» по направлению «Моделирование и прототипирование»

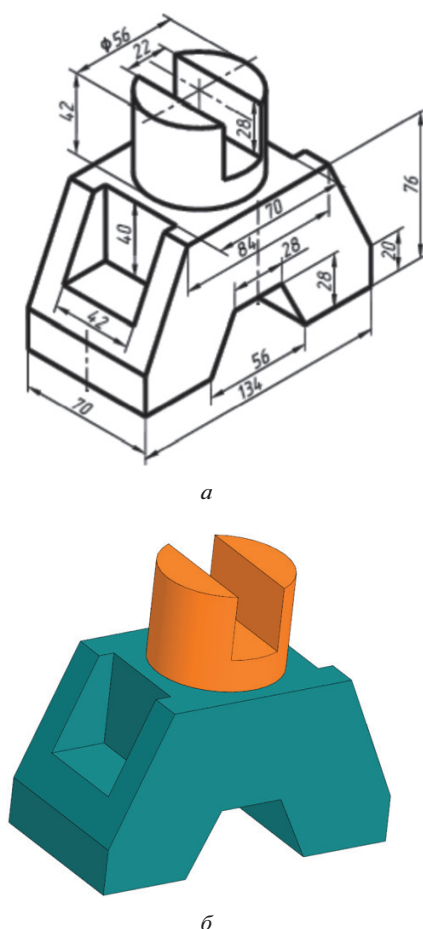


Рис. 7. Пример задания (а) и результата выполнения задания (б) третьего этапа «ИТ-марафона» по направлению «Моделирование и прототипирование»

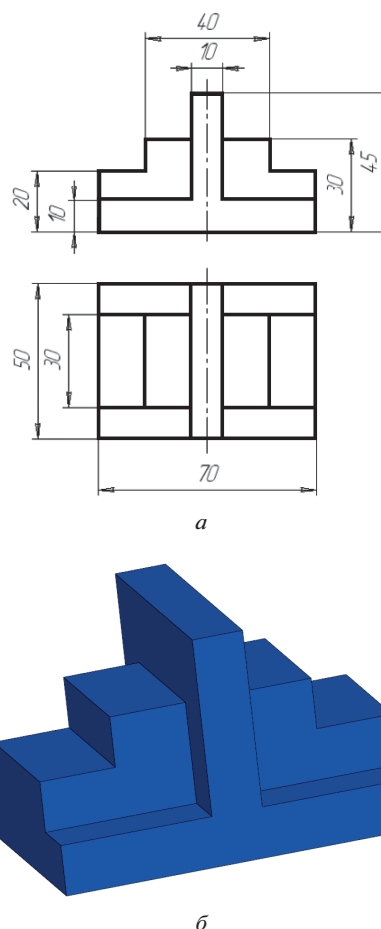


Рис. 8. Пример задания (а) и результата выполнения задания (б) четвертого этапа «ИТ-марафона» по направлению «Моделирование и прототипирование»

предлагается построить трехмерную модель объекта по двум видам (рис. 8).

В теме «**Основы прототипирования**» модуля «Основы моделирования и прототипирования» школьники изучают технологии 3D-печати, виды пластика, особенности работы с 3D-принтерами.

Тема «**Основы лазерных фрезерных технологий**» модуля «Основы моделирования и прототипирования» предполагает изучение основ лазерных и фрезерных технологий. Обучающиеся изучают особенности работы станков лазерной резки и станков ЧПУ, алгоритмы их калибровки и использования.

Изучение модуля «Основы моделирования и прототипирования» завершается темой «**Основы реверсивного инжиниринга**». В результате изучения данной темы у обучающихся формируются навыки 3D-сканирования и обработки результатов сканирования.

4.3. Основы мехатроники и робототехники

Изучение модуля «Основы мехатроники и робототехники» начинается с тем «**Введение в программирование на C-подобных языках**», «**Основы работы с исполнительными устройствами и датчиками**» и «**Алгоритмы управления робототехническими устройствами**». Для изучения исполнительных устройств используется плата Arduino с комплектом двигателей и датчиков, а также джойстиком.

Четвертая тема модуля «Основы мехатроники и робототехники» — «**Базовые задачи мобильной робототехники**» — посвящена решению указанных задач. Обучающимся предлагается освоить алгоритмы движения вдоль линии с одним и двумя датчиками, движения вдоль стены, движения по лабиринту.

Использование технологий реверсивного инжиниринга позволяет на данном этапе опустить особенности программирования роботов и углубиться в изучение принципа работы исполнительных устройств. Для практической отработки навыков используется виртуальная лаборатория МЭШ «Технология. Моделирование роботов с использованием механических элементов».

Для диагностики освоения указанных выше тем используются задания «ИТ-марафона». Все этапы «ИТ-марафона» по направлению «Робототехника» реализуются в рамках работы с мобильными роботами.

Умения по сборке мобильного робота, а также по написанию программного кода для прохождения роботом испытательного полигона отрабатываются на первом этапе «ИТ-марафона» по направлению «Робототехника» (рис. 9).

На втором этапе участникам предлагается сконструировать и запрограммировать мобильного робота с использованием датчика дистанции и сервопривода для решения задач с их применением (рис. 10).

Третий этап «ИТ-марафона» по направлению «Робототехника» ставит задачу освоения дистанционного

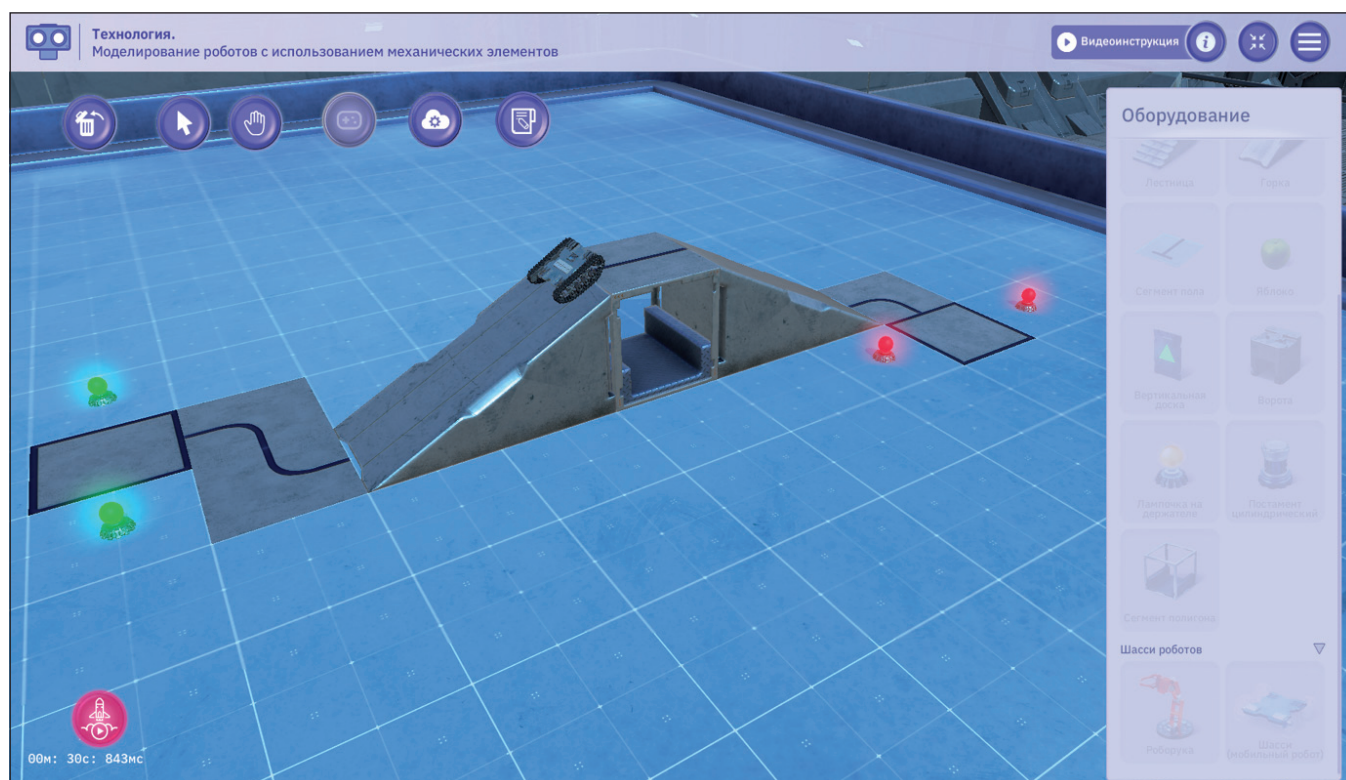


Рис. 9. Фрагмент выполнения задания первого этапа «ИТ-марафона» по направлению «Робототехника»

управления роботом и работы с инфракрасным приемником. Самостоятельно собранный и запрограммированный обучающимся робот с дистанционным управлением должен пройти заданную трассу (рис. 11).

Четвертый этап «ИТ-марафона» по направлению «Робототехника» предлагает обучающимся осуществить

комбинированное управление роботом: необходимо реализовать управление мобильным роботом с самостоятельно сконструированным манипулятором с использованием ИК-приемника.

В теме «**Основы мехатроники и промышленной робототехники**» обучающимся предлагается сконстру-

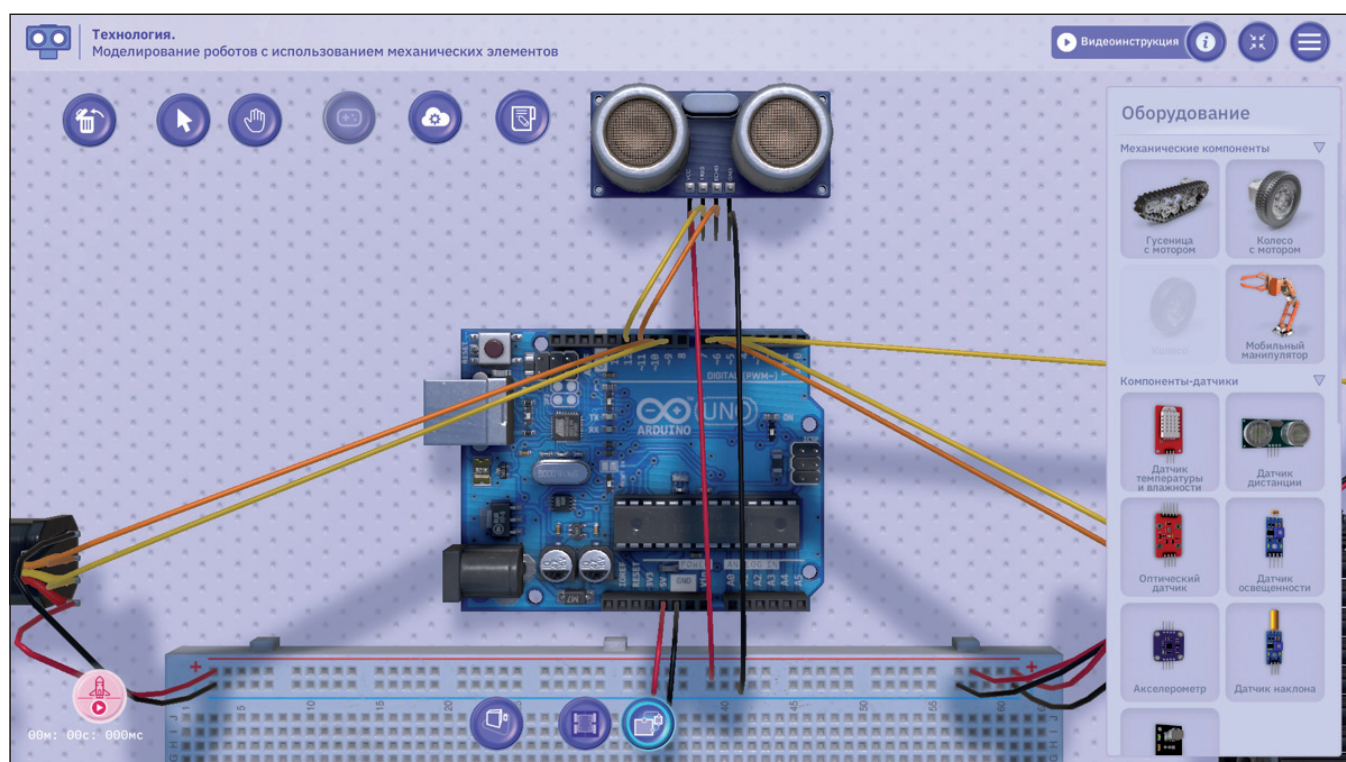


Рис. 10. Конструирование робота с датчиком дистанции

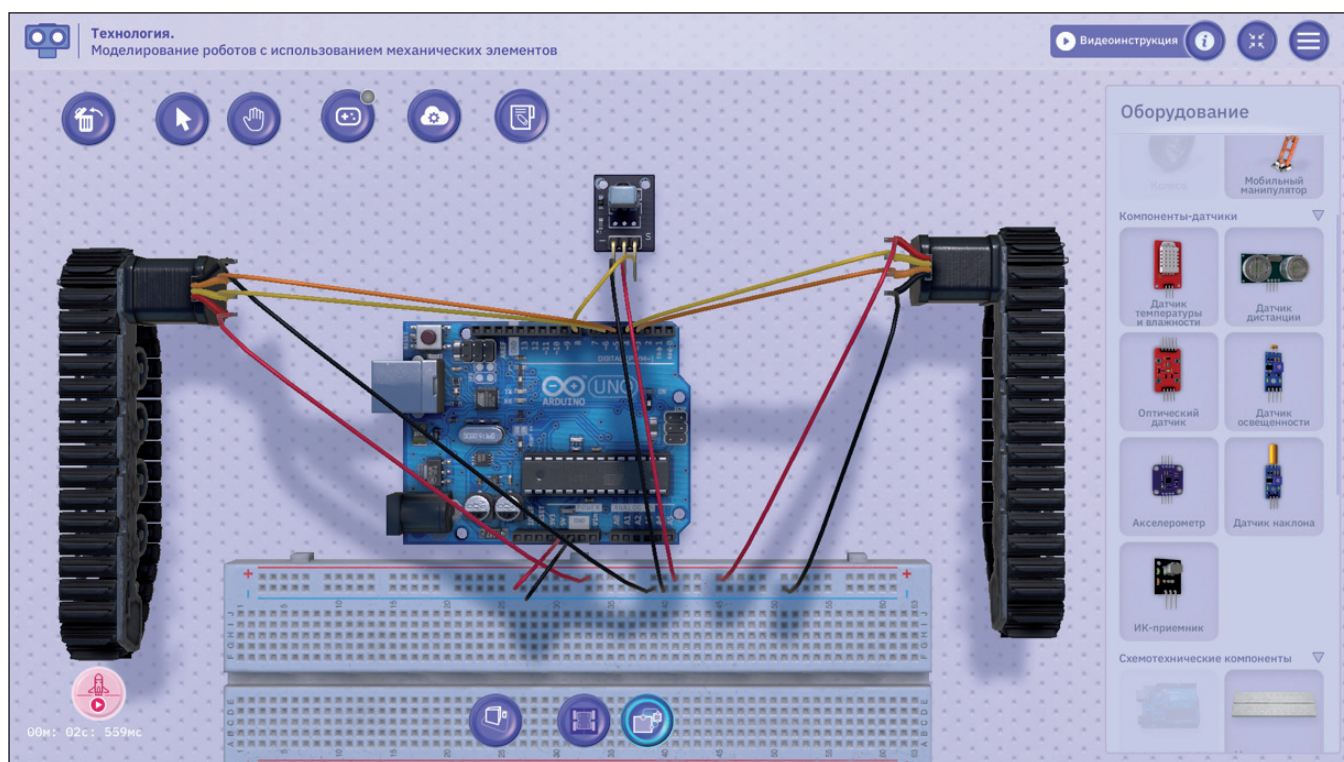


Рис. 11. Конструирование робота с ИК-приемником

ировать модели промышленных автоматизированных систем. Сборка моделей лифта, токарного станка, станка с ЧПУ, роборуки и промышленного робота позволяет школьникам изучить основы современной промышленной робототехники.

Изучение темы «**Основы пилотирования мобильных роботов и квадрокоптеров**» позволяет учащимся освоить управление различными роботизированными устройствами на основе знаний их конструктивных особенностей. Отдельный блок занятий посвящен управлению беспилотниками. Все полетные упражнения выполняются с использованием технологий FPV (First Person View), передающих оператору беспилотника окружающую устройство реальность с помощью технологий виртуальной реальности.

Особое место в курсе уделяется выполнению **творческих заданий на конструирование и программирование автоматических устройств**. Обучающимся предлагается выполнить проект, в котором автоматическое устройство будет сконструировано и запрограммировано согласно техническому заданию. Реализация проектов в условиях ограниченных ресурсов развивает инженерные навыки учащихся.

5. Внеурочная деятельность

Внеурочная деятельность в рамках проекта является неотъемлемой частью образовательной программы и обеспечивает для школьника широту горизонта его понимания использования знаний и умений, полученных на обязательных учебных курсах и при освоении предметов, для решения задач в различных отраслях науки, техники, медицины, экономики и креативных индустрий [14].

Одна из таких задач была поставлена обучающимся на хакатоне «ИТ в Музее Победы»: решение этой задачи подразумевало создание продукта, который в связке с мобильным устройством является путеводителем по интерактивному историко-патриотическому маршруту образовательного квеста в Музее Победы.

Разработан рекомендованный перечень программ внеурочной деятельности с возможным вариантом распределения часов с учетом преемственности и возрастных особенностей школьников вертикали (табл. 2).

Выбор программ курсов внеурочной деятельности предлагает соединить знания и навыки обучающихся, полученные при изучении информатики, технологии и программирования, в практическом применении для решения прикладных задач.

Экосистема курсов внеурочной деятельности делает акценты на таких направлениях использования информационных технологий, как: информационная безопасность, операционные системы, технологии дополненной и виртуальной реальности, технологии связи, веб-программирование, веб-дизайн, разработка мобильных приложений.

Реализация программ внеурочной деятельности предполагает **использование особых форм организации работы школьников, специфичных для ИТ-отрасли**:

- хакатоны по созданию ИТ-решений (мобильных приложений, объектов AR/VR, сайтов);
- турниры по информационной безопасности, имитирующие возникновение и ликвидацию киберугроз (CTF);
- чемпионаты профессионального мастерства по настройке и защите сетевой инфраструктуры и передаче данных.

Таблица 2

Рекомендованный перечень программ внеурочной деятельности

№ п/п	Программа внеурочной деятельности	Классы		
		VII	VIII	IX
1	Мир информационной безопасности CTF*	—	+	+
2	Инструменты компьютерной математики	+	+	+
3	Разработка мобильных приложений	—	+	+
4	Веб-дизайн	+	—	—
5	Цифровые двойники AR/VR	—	+	—
6	Спортивное программирование	+	+	+
7	Спортивная робототехника	+	+	+
8	Технологии связи	+	—	—
9	Операционные системы: первые шаги	—	—	+

* CTF (Capture The Flag — «захват флага») — индивидуальные или командные соревнования по практико-ориентированной информационной безопасности. Команды решают прикладные задачи в области кибербезопасности, чтобы найти уязвимость (или решить какую-то другую прикладную задачу) и получить уникальную комбинацию символов (флаг).

6. Инфраструктура проекта «ИТ-вертикаль»

Реализация проекта требует создания системы необходимых и достаточных условий. Созданная инфраструктура проекта «ИТ-вертикаль» представлена следующими **ключевыми компонентами**, которые тесно взаимосвязаны друг с другом и динамично откликаются на изменения в быстро меняющейся ИТ-отрасли:

- методическое сопровождение образовательной траектории;
- материально-техническая база проекта;
- программные продукты для решения образовательных задач;
- кадровое обеспечение образовательной траектории.

6.1. Методическое сопровождение образовательной траектории

Информационно-методическое сопровождение образовательной траектории осуществляется проектным офисом проекта «ИТ-вертикаль». Структура и особенности реализации проекта закреплены в Стандарте проекта «ИТ-вертикаль» [9].

Достижение результатов предпрофильного образования с использованием инструментария расширенного содержания становится возможным благодаря тренингам и курсам повышения квалификации, проводимым оператором проекта «ИТ-вертикаль». В курсах повышения квалификации особое внимание уделяется особенностям содержания и процесса обучения в каждом профильном предмете и в специальном курсе [5].

Проектным офисом и партнерами проекта разработаны и продолжают разрабатываться учебные и методические материалы для педагогов и школьников, в том числе материалы для Библиотеки МЭШ.

6.2. Материально-техническая база проекта

Реализация проекта предполагает наличие материально-технической базы в образовательной организации.

Материально-техническая база обеспечивает возможность реализации практико-ориентированного обучения на высокотехнологичном оборудовании в групповом и индивидуальном режимах благодаря широкой линейке учебного оборудования специальных лабораторий по направлениям: прототипирование, электроника и схемотехника, мехатроника и робототехника.

При формировании материально-технической базы следует уделить внимание месту использования комплектов оборудования. Так, в модулях «**Основы мехатроники и робототехники**» и «**Основы микропроцессорной техники**» можно выделить два вида комплектов используемого оборудования.

Учебно-лабораторное оборудование предназначено для проведения практических экспериментов, включает в себя методическое обеспечение содержания и проведения экспериментов. Данный вид оборудования подходит, например, для изучения логических элементов в теме «Цифровая электроника», однако не позволяет организовать творческую деятельность обучающихся в связи с ограниченными возможностями конструирования.

Для развития творческих способностей обучающихся и организации проектной деятельности по темам «Основы мехатроники и робототехники» и «Основы микропроцессорной техники» используются **образовательные наборы**, включающие в себя большое количество компонентов для сборки и проектирования и не ограничивающие обучающихся возможностями лабораторных платформ. Важной составляющей наборов является большой спектр электронных компонентов

с различными характеристиками: диоды, конденсаторы, резисторы, транзисторы, датчики, двигатели и т. д., программируемые микроконтроллеры, а также макетные платы и макетные провода для отладки собранных устройств.

Материально-техническое обеспечение направления «Основы моделирования и прототипирования» включает в себя комплект 3D-принтеров (работающих на технологиях 3D-печати FMD и DLP), станок лазерной резки, фрезерный станок с ЧПУ и 3D-сканер.

6.3. Программные продукты для решения образовательных задач

В качестве дополнения к материально-технической базе разработаны программные продукты для обеспечения решения образовательных задач каждым школьником.

В числе программных продуктов — уникальная **эко-система виртуальных лабораторий** по информатике, технологии и физике [3].

Виртуальная лаборатория по информатике включает в себя методические материалы по изучению языков программирования с поддержкой программирования в самой виртуальной лаборатории. В лаборатории также содержатся материалы для подготовки к экзаменам и олимпиадам по программированию: демонстрационные материалы, теоретическое объяснение материала.

Комплекс виртуальных лабораторий по технологии включает в себя лаборатории по робототехнике, черчению, 3D-моделированию, цифровой электронике, программированию микроконтроллеров.

Шесть виртуальных лабораторий по физике позволяют обучающимся выполнить эксперименты по всем разделам школьного курса физики.

6.4. Кадровое обеспечение образовательной траектории

Кадровый состав педагогов проекта формируется из учителей профильных предметов, которые:

- имеют высокий или экспертный уровень владения предметной областью, который подтверждается диагностикой Московского центра качества образования;
- обладают специальными знаниями по ИТ-направлениям и навыками использования материально-технической базы проекта и программных продуктов для организации различных видов учебной деятельности; эти знания и навыки подтверждаются **сертификацией**, которая представляет собой специальную процедуру выявления готовности педагогов к реализации образовательной траектории проекта «ИТ-вертикаль».

Для успешной реализации образовательной траектории педагогами образовательных организаций проектно-офисом была разработана и апробирована **система диагностики специальных ИТ-компетенций** учителей информатики, технологии, физики и математики.

Задачей сертификации являются не только необходимость произвести диагностику знаний педагогов, но и демонстрация направлений развития педагогических навыков для успешной реализации проекта.

Сертификация проводится в два этапа.

Первый — теоретический — этап сертификации направлен на оценку:

- профессиональных компетенций педагогических работников в области организации проектной и исследовательской деятельности на основе знаний и умений в предпрофильном образовании;
- профессиональных компетенций владения инструментами МЭШ, необходимых для реализации городских образовательных проектов.

Второй — практический — этап сертификации направлен на оценку:

- специальных профессиональных компетенций педагогических работников;
- навыков работы с оборудованием в соответствии с направленностью проекта.

Учитель физики, работающий в классах проекта «ИТ-вертикаль», *должен обладать следующими компетенциями:*

- владеть предметной областью;
- владеть приемами работы с цифровыми лабораториями;
- владеть инструментами цифровой дидактики;
- владеть средствами ИКТ;
- владеть приемами обработки и визуализации данных.

Практический этап сертификации учителя физики включает в себя пять заданий для проверки описанных компетенций. Каждое задание подразумевает выполнение физического эксперимента и обработку его результатов.

Три задания разработаны для выполнения в виртуальных лабораториях МЭШ. Помимо виртуальных лабораторий по каждому из разделов физики может быть представлено задание в виртуальной лаборатории «Обработка результатов эксперимента».

Два задания выполняются с использованием реального оборудования и цифровых лабораторий.

Учитель математики, работающий в классах проекта «ИТ-вертикаль», *должен обладать такими компетенциями, как:*

- владение предметной областью;
- владение инструментами цифровой дидактики;
- владение элементами компьютерной алгебры;
- владение средствами ИКТ;
- владение приемами обработки и визуализации данных.

Практический этап сертификации учителя математики включает в себя пять заданий с использованием различных виртуальных лабораторий, табличных процессоров и средств компьютерной алгебры.

Виртуальные лаборатории, используемые учителями математики: «Построение логических схем», «Графики функций», «Математический конструктор».

Отдельно выделены задания с табличными процессорами. В качестве таких заданий предполагается выполнение статистической обработки массива данных, определение распределения данных и вычисление других параметров массива. Работа с табличными процессорами подразумевает построение графиков функций и их обработку.

Практический этап сертификации учителя информатики включает в себя выполнение 10 заданий, по которым определяется наличие следующих компетенций:

- умение читать, составлять и редактировать программные коды на языках программирования Python и C++;
- умение определять и реализовывать стратегии безопасной работы с информационными ресурсами и программным обеспечением;
- умение использовать средства обучения и воспитания для решения задач в областях робототехники, микропроцессорной техники, моделирования и прототипирования, технологий связи;
- умение использовать цифровые дидактические инструменты, в том числе виртуальные лаборатории, для решения задач в областях робототехники, микропроцессорной техники, моделирования и прототипирования, технологий связи;
- умение реализовывать математические методы обработки данных с использованием программных продуктов и языков программирования;
- умение работать в различных операционных системах: Windows, LINUX, Android.

Учитель технологии, преподающий в проекте «ИТ-вертикаль», должен обладать следующими компетенциями:

- высокий уровень технической грамотности;
- умение выполнять чертежи и создавать модели в CAD-системах;
- умение использовать средства обучения и воспитания для решения задач, относящихся к современным технологиям производства, — пайка, 3D-печать, лазерная резка и др.;
- умение читать принципиальные электрические схемы, а также производить сборку и настройку электронных аналоговых и цифровых устройств по представленной схеме;
- умение читать, анализировать, создавать и редактировать программные коды, написанные на блочных и C-подобных языках программирования;
- умение использовать средства обучения и воспитания для решения задач в областях робототехники, микропроцессорной техники, моделирования и прототипирования, технологий связи;
- умение использовать цифровые дидактические инструменты, в том числе виртуальные лаборатории, для решения задач в областях робототехники, микропроцессорной техники, моделирования и прототипирования, технологий связи;
- владение навыками пилотирования различных устройств и управления работой манипулятора.

Практический этап сертификации учителя технологии включает в себя выполнение 10 заданий. Эти задания затрагивают все направления предмета «Технология», которые обучающиеся проходят за весь период обучения. Предлагаются как задания для выполнения на реальном оборудовании, так и задания в виртуальных лабораториях.

Ознакомиться с **демонстрационными вариантами оценочных средств сертификации педагогических**

работников проектов «ИТ-вертикаль» и «ИТ-класс в московской школе» можно на сайте ГАОУ ДПО «Корпоративный университет» [12].

7. Заключение

В заключение отметим, что проект «ИТ-вертикаль» реализуется в московских школах с 2022 года. В настоящее время 125 образовательных организаций реализуют проект в VII и VIII классах, и 51 образовательная организация начала реализацию проекта в VII классах в 2023/2024 учебном году. Общий охват школьников в проекте составляет более 7000 человек.

Список источников

1. Босова Л. Л. Информатика и обновленный ФГОС: ключевые изменения, требования, возможности // Актуальные проблемы методики обучения информатике и математике в современной школе. Материалы международной научно-практической интернет-конференции (Москва, 18–24 апреля 2022 года). М.: МПГУ, 2022. С. 10–17. EDN: OLHUYH.
2. Босова Л. Л., Павлов Д. И., Ткач Т. В., Бутарев К. В. О содержании «Базового курса информатики» в проекте «ИТ-класс в московской школе» // Информатика в школе. 2021. № 10. С. 9–18. EDN: FVCHQS. DOI: 10.32517/2221-1993-2021-20-10-9-18
3. Виртуальные лаборатории // Лаборатории предпрофессионального образования. <https://labpredprof.ru/vl/>
4. Инженерный класс в московской школе. О проекте // Портал «Городские проекты». <https://profil.mos.ru/inj/o-proekte.html>
5. ИТ-вертикаль // Портал «Городские проекты». <https://profil.mos.ru/it-vert/>
6. ИТ-класс в московской школе. О проекте // Портал «Городские проекты». <https://profil.mos.ru/it/o-proekte.html>
7. Мырадов М. В., Павлов Д. И. Особенности подготовки к олимпиадам школьников по соревновательной робототехнике // Актуальные проблемы обучения математике в школе и вузе: от науки к практике. К 80-летию со дня рождения В. А. Гусева. Материалы VII Международной научно-практической конференции (Москва, 18–19 ноября 2022 года). М.: МПГУ, 2022. С. 615–622. EDN: MMCERV.
8. Павлов Д. И. Изменения в реализации курса информатики на уровне основного общего образования в свете введения новой редакции ФГОС ООО // Актуальные проблемы методики обучения информатике и математике в современной школе. Материалы международной научно-практической интернет-конференции (Москва, 18–24 апреля 2022 года). М.: МПГУ, 2022. С. 240–260. EDN: WHVFUD.
9. Приказ Департамента образования и науки города Москвы от 04.03.2022 № 120 «Об утверждении Стандарта городского образовательного проекта «ИТ-вертикаль» в государственных образовательных организациях, подведомственных Департаменту образования и науки города Москвы». <https://www.mos.ru/donm/documents/normativnye-pravovye-akty/view/266007220/?ysclid=lq4cw0dlqe936307074>
10. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 18.05.2023 № 370 «Об утверждении федеральной образовательной программы основного общего образования». <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202307140040?ysclid=lq4cqwbjie65863942>
11. Профориентационный минимум (единая модель профориентационной деятельности) // Минпросвещения России. https://edu.gov.ru/career_guidance?ysclid=lq4fzcrx3o747993400
12. Сертификация педагогических работников в рамках реализации городских образовательных проектов «ИТ-вертикаль», «ИТ-класс в московской школе» // Корпоративный

университет московского образования. https://corp-univer.ru/center-assessment-and-certification/certification/it_vertical/it/#1676554075014-b7c9015b-7cb1

13. Федеральная рабочая программа основного общего образования. Информатика (углублённый уровень) (для 7–9 классов образовательных организаций) // Единое содержание общего образования. https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2023/08/16_ФРП_Информатика_7-9-классы_угл.pdf

14. Федеральная рабочая программа основного общего образования. Технология (для 5–9 классов образовательных ор-

ганизаций) // Единое содержание общего образования. https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2023/08/29_ФРП-_Технология_5-9-классы.pdf

15. Федеральная рабочая программа основного общего образования. Физика (углублённый уровень) (для 7–9 классов образовательных организаций) // Единое содержание общего образования. https://edsoo.ru/wp-content/uploads/2023/08/21_ФРП_Физика_7-9-классы_угл.pdf

16. IT-марафон // Лаборатории предпрофессионального образования. <https://labpredprof.ru/ITmarafon/>