

DOI: 10.32517/2221-1993-2023-22-2-41-47

А. С. Белоусова*Федеральный центр дополнительного образования и организации отдыха и оздоровления детей, г. Москва, Россия***Э. Р. Халилов***Детский технопарк «Кванториум» — Дом пионеров, г. Альметьевск, Республика Татарстан, Россия*

ВОЗМОЖНОСТИ ШКОЛЬНОГО «КВАНТОРИУМА» ДЛЯ ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ОБУЧЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ ИНФОРМАЦИОННЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ

Аннотация

В настоящее время отрасль информационных технологий является одной из наиболее динамично развивающихся отраслей в России. Наша страна нуждается в высококвалифицированных специалистах для внедрения цифровых технологий в разные сферы жизни общества с целью повышения ее качества и экономического развития государства. В связи с этим возникает необходимость подготовки будущих кадров, которые будут обладать необходимыми компетенциями.

В статье рассматриваются возможности школьного «Кванториума» для реализации практико-ориентированного обучения школьников информационным технологиям и его достоинства в подготовке учащихся к будущей карьере в ИТ-индустрии. Анализируются опыт и методы работы, позволяющие обучающимся эффективно использовать современное оборудование, а также приобретать опыт разработки проектов в области информационных технологий. Авторы описывают пример реализации проекта в г. Альметьевск Республики Татарстан, позволяющего учащимся сформировать ключевые практические умения в области информационных технологий и навыки взаимодействия с реальным заказчиком.

Ключевые слова: школьный «Кванториум», практико-ориентированное обучение, информационные технологии, проект, проектная деятельность.

1. Введение

В настоящее время информационные технологии развиваются ускоренными темпами. Наша страна нуждается в высококвалифицированных кадрах для цифро-

визации различных сфер жизни общества. В связи с этим школа должна не только знакомить учащихся с основами информационных технологий в рамках школьного курса информатики, но и создавать условия для практико-ориентированного обучения в этой области, что будет

Контактная информация

Белоусова Анна Сергеевна, старший методист, Федеральный центр дополнительного образования и организации отдыха и оздоровления детей, г. Москва, Россия; *адрес:* 107014, Россия, г. Москва, Ростокинский пр-д, д. 3; *e-mail:* belousovaas@mgpru.ru

Халилов Эмиль Рустемович, педагог дополнительного образования, Детский технопарк «Кванториум» — Дом пионеров, г. Альметьевск, Республика Татарстан, Россия; *адрес:* 423450, Россия, Республика Татарстан, г. Альметьевск, ул. Тимирязева, д. 20; *e-mail:* khalilovcloud@gmail.com

A. S. Belousova

Federal Center for Additional Education and Organization of Recreation and Rehabilitation of Children, Moscow, Russia

E. R. Khalilov

Children's Technopark "Quantorium" — House of Pioneers, Almet'yevsk, Republic of Tatarstan, Russia

THE POSSIBILITIES OF THE SCHOOL QUANTORIUM FOR PRACTICE-ORIENTED TRAINING OF SCHOOLCHILDREN IN INFORMATION TECHNOLOGIES

Abstract

Currently, the information technology industry is one of the most dynamically developing industries in Russia. Our country needs highly qualified specialists for the introduction of digital technologies in various spheres of life in order to improve its quality and the economic development of the state. In this regard, there is a need to train future personnel who will have the necessary competencies.

The article discusses the possibilities of the school Quantorium for the implementation of practice-oriented training of schoolchildren in information technologies and its advantages in preparing students for a future career in the IT industry. The article analyzes the experience and methods of work that allow students to effectively use modern equipment, as well as gain experience in developing projects in the field of information technology. The authors describe an example of the implementation of a project in Almet'yevsk, the Republic of Tatarstan, which allows students to form key practical skills in the field of information technologies and skills of interaction with a real customer.

Keywords: school Quantorium, practice-oriented training, information technologies, project, project activity.

способствовать повышению уровня знаний и навыков будущих специалистов [2, 3].

В рамках федерального проекта «Современная школа» национального проекта «Образование» на текущий момент создаются и функционируют детские технопарки «Кванториум» на базе общеобразовательных организаций, которые направлены на организацию образовательной деятельности в сфере общего и дополнительного образования путем создания условий для расширения содержания общего образования с целью развития у учащихся компетенций и навыков будущего*. Идея создавать школьные «Кванториумы» возникла после успешного опыта их реализации в рамках дополнительного образования. За небольшое количество времени «Кванториумы» продемонстрировали положительные результаты в практико-ориентированном обучении школьников — учащиеся реализуют множество проектов, направленных на решение социально значимых для государства проблем.

Практико-ориентированный подход на сегодняшний день является одним из основных трендов образовательной сферы. Прежде всего, потому, что такой подход позволяет школьникам получить реальный опыт работы в рамках будущей профессии, позволяет развивать творческие и аналитические способности, учит решать сложные задачи, а также работать в команде. Именно поэтому целесообразным является решение о создании школьных «Кванториумов», которые помогут выстроить педагогом образовательный процесс таким образом, чтобы способствовать повышению уровня компетенций учащихся и готовить их к будущему профессиональному самоопределению [10, 11].

Рассмотрим ряд возможностей школьных «Кванториумов» и способы организации учебной деятельности школьников на их базе.

2. Цели и задачи школьного «Кванториума»

Школьный «Кванториум» представляет собой инновационную модель образования, расширяющую и дополняющую содержание общего образования для развития детей по инженерным направлениям. На текущий момент созданы и функционируют 97 технопарков на базе общеобразовательных организаций, а к 2024 году их количество увеличится до 361.

Целями создания школьного «Кванториума» является оснащение общеобразовательной организации высокотехнологичным современным оборудованием и совершенствование общеобразовательных программ и подходов к обучению для формирования у детей изобретательского, креативного, критического мышления, развития естественно-научной грамотности и навыков технической направленности.

Создание школьных «Кванториумов» способствует решению следующих задач:

- организация образовательной деятельности по учебным предметам естественно-научной и технологической направленностей с использованием современного оборудования, средств обучения

и воспитания, обеспечение вариативности курсов внеурочной деятельности;

- углубленное освоение и практическая отработка учебного материала по предметным областям «Естественно-научные предметы», «Математика и информатика», «Технология» и др.;
- повышение охвата детей от 5 до 18 лет дополнительным образованием и расширение перечня реализуемых дополнительных общеобразовательных программ естественно-научной и технической направленностей с применением современного оборудования, средств обучения и воспитания, в том числе направленных на практическое применение содержания образовательных программ начального общего, основного общего, среднего общего образования;
- профориентационная деятельность с обучающимися, участие обучающихся во внеклассных мероприятиях, олимпиадах, конкурсах и иных событиях естественно-научной и технологической направленностей.

Образовательную деятельность школьного «Кванториума» рекомендуется осуществлять по образовательным программам начального общего, основного общего и среднего общего образования, дополнительным общеобразовательным программам для реализации:

- учебных предметов, учебных курсов, учебных модулей предметных областей «Естественно-научные предметы», «Математика и информатика», «Обществознание и естествознание», «Технология»;
- курсов внеурочной деятельности, направленных на достижение планируемых результатов учебных предметов, учебных курсов, учебных модулей предметных областей «Естественно-научные предметы», «Математика и информатика», «Обществознание и естествознание», «Технология»;
- дополнительных общеобразовательных программ естественно-научной и технической направленностей**.

Среди основных перспективных направлений для изучения на базе школьного «Кванториума» выделяют следующие:

- информационные технологии;
- аэротехнологии;
- робототехника;
- биотехнологии;
- геоинформационные технологии;
- космические технологии;
- нейротехнологии и искусственный интеллект;
- нанотехнологии;
- технологии виртуальной и дополненной реальности.

Перечень направленностей реализуемых программ может дополняться на усмотрение конкретной общеобразовательной организации.

* Федеральный проект «Современная школа». <https://edu.gov.ru/national-project/projects/school/>

** Распоряжение Министерства просвещения Российской Федерации от 12 января 2021 г. № Р-4 «Об утверждении методических рекомендаций по созданию и функционированию детских технопарков «Кванториум» на базе общеобразовательных организаций». <https://docs.edu.gov.ru/document/a8f321051122de4f98091ec1619eefb4/>

При обучении информационным технологиям стоит отметить такие направления, как:

- веб-разработка;
- мобильная разработка;
- системное администрирование;
- информационная безопасность;
- интернет вещей.

Реализация проектов по интернету вещей может включать в себя обязательное владение компетенциями из перечисленных выше сфер в зависимости от сложности проекта.

Среди наиболее часто реализуемых на данный момент проектов можно назвать:

- «умный» дом;
- «умная» теплица;
- «умный» улей;
- система мониторинга состояния окружающей среды;
- система мониторинга состояния здоровья пациентов;
- психоэмоциональный тренажер и др.

Одним из преимуществ школьного «Кванториума» является **возможность тесного взаимодействия с колледжами, вузами и предприятиями**. Педагоги имеют возможность обращаться к региональным координаторам, которые, в свою очередь, могут способствовать организации совместных соревнований по информационным технологиям для повышения мотивации и интереса учащихся к обучению. Педагоги детского технопарка «Кванториум» могут делиться своим опытом реализации образовательных программ с педагогами школьного «Кванториума», а самое главное — дополнять деятельность друг друга с помощью тесного взаимодействия в рамках образовательного процесса для повышения уровня знаний и навыков учащихся. Практический опыт осуществления практико-ориентированного обучения показывает, что, как правило, учащимся часто приходится сталкиваться с необходимостью повторения тем школьного курса информатики для реализации того или иного технологического проекта.

Таким образом, *школьный «Кванториум» является важным звеном между основным общим образованием и дополнительным образованием, способствует формированию инженерных и ИТ-навыков у школьников и содействует их практико-ориентированному обучению.*

3. Способы организации учебной деятельности на базе школьного «Кванториума»

При организации учебной деятельности школьников на базе школьного «Кванториума» необходимо учитывать, что он оснащен современным высокотехнологичным оборудованием, с помощью которого учащиеся могут выполнять сложные практические и лабораторные работы, а также реализовывать высокоуровневые проекты. Соответственно, для формирования у школьников навыков будущего педагогу важно создать условия для осуществления практико-ориентированного подхода, в рамках которого рассматривается применение комплекса приемов, способов, технологий и форм работы.

Рассмотрим более подробно **пять ключевых способов организации учебной деятельности, которые могут быть использованы комплексно на базе школьного «Кванториума»**.

1. **Метод кейс-технологий.** Кейс представляет собой описание конкретной реальной ситуации, которую необходимо решить в установленный срок, предварительно овладев определенным комплексом знаний. Учебные кейсы позволяют школьникам находить и анализировать информацию, постигать новые знания и навыки в живых условиях, сталкиваться с реальными проблемами и обучаться в процессе их решения. Участие в кейс-командах, формируемых на базе школьного «Кванториума», помогает школьникам развивать коммуникативные навыки и умения работать в команде, что важно как для дальнейшей учебы, так и в будущей профессиональной деятельности. Использование учебных кейсов помогает школьникам повышать свой интерес и мотивацию к изучению различных предметов, технологий и ИТ-дисциплин.

2. **Проектная деятельность.** Проектная деятельность является одним из важнейших направлений работы школьного «Кванториума». В рамках проектной деятельности школьники имеют возможность применять полученные знания и навыки на практике, работать в команде, решать сложные задачи и создавать научно-технические проекты. Такой подход при обучении школьников имеет множество преимуществ. Во-первых, это позволяет учащимся углубить свои знания в интересующей их области науки и техники. Во-вторых, это развивает у ребят творческие способности и мышление. В-третьих, проектная деятельность создает условия для раннего профессионального самоопределения и подготовки к будущей профессиональной деятельности [5, 6].

3. **Профориентационные мероприятия.** На базе образовательной организации можно проводить профориентационные мероприятия, направленные на помощь учащимся в выборе будущей профессии. Одним из таких мероприятий является экскурсия в научные и научно-технические учреждения, на предприятия и в лаборатории. Школьники могут посетить университеты, научные центры, инновационные компании и увидеть, как работают новые технологии и как их исследуют. В процессе экскурсии ребята могут поговорить с учеными и исследователями, узнать о важности и значимости научных открытий и современных технологий.

4. **Тематические лекции и семинары.** Это мероприятия, на которых ведущие ученые и специалисты рассказывают о своей работе и исследованиях. Школьники могут поучаствовать в дискуссиях и обсудить интересующие их вопросы, получить информацию о научных и технических специальностях и услышать мнения профессионалов.

5. Также в рамках школьного «Кванториума» можно организовывать **мастер-классы и предметные кружки**, на которых ребята могут углубить свои знания в интересующих их областях науки и техники. Мастер-классы помогают школьникам на практике попробовать себя в различных научно-технических направлениях, позволяют им проявить свои способности и навыки.

Таким образом, существует большое количество эффективных приемов, методов, технологий и спосо-

бов, которые могут быть использованы при реализации учебной деятельности на базе школьного «Кванториума». Безусловно, все они должны применяться в комплексе для достижения желаемого образовательного эффекта.

4. Пример проекта для реализации на базе школьного «Кванториума»

Рассмотрим пример проекта по информационным технологиям, который может быть реализован учащимися под руководством педагога совместно с реальным заказчиком, — проект «Разработка системы мониторинга качества воздуха в городе».

Для реализации данного проекта учащимся необходимо в течение определенного заказчиком количества времени разработать систему, которая позволяет отслеживать в режиме реального времени качество воздуха в городе с использованием экодатчиков.

Данный проект был реализован проектной группой школьников в г. Альметьевск Республики Татарстан под руководством педагогов. В качестве реального заказчика выступил департамент экологии и благоустройства Альметьевского муниципального района, который был заинтересован в решении вопроса ежедневного мониторинга качества воздуха в наиболее подвергаемых загрязнению участках района и своевременном принятии мер по снижению показателей.

Среди этапов работы были выделены следующие:

1. Формирование проектной группы в составе двух-трех человек.
2. Проведение исследования с целью рассмотрения аналогов похожих систем для выявления их плюсов и минусов.
3. Оценка имеющихся ресурсов для реализации проекта.
4. Подготовка и проведение групповой мини-конференции, на которой будет презентоваться идея нового продукта. В ходе обсуждения выявляется, необходима ли помощь специалистов.
5. Доработка идеи, обдумывание пользовательского сценария нового продукта.
6. Разработка прототипа продукта.
7. Тестирование прототипа продукта.

На первом этапе при реализации проекта была разработана схема будущего устройства из таких составляющих, как [1, 4]:

- микроконтроллер Arduino Nano;
- датчик температуры и влажности DHT22;
- оптический датчик пыли GP2Y1010AU0F;
- GSM-модуль 800L.

На втором этапе были произведены сборка устройства, разработка 3D-модели корпуса будущего устройства и осуществлена печать корпуса из ABS-пластика. Корпус был смоделирован таким образом, чтобы на датчик не попадала вода, снег и другие внешние неблагоприятные факторы. Внешний вид разработанного устройства для системы мониторинга качества воздуха в г. Альметьевск представлен на фото.

На третьем этапе было разработано программное решение для получения данных с датчиков каждые пять минут с возможностью последующей отправки этих дан-

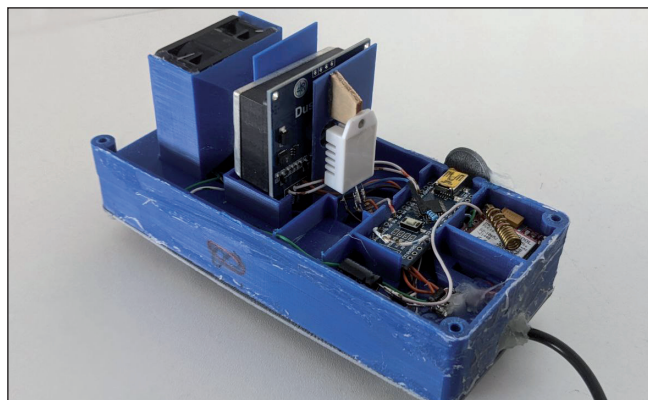


Фото. Устройство для системы мониторинга качества воздуха в г. Альметьевск

ных на сервер при помощи get-запроса (программный переход по ссылке) [7, 8].

На четвертом этапе были разработаны веб-приложение и пользовательский интерфейс, на котором отображалась карта города с виртуальными метками (объекты и улицы) в местах, где установлены устройства. Интерфейс разработанного веб-приложения системы мониторинга качества воздуха в г. Альметьевск представлен на рисунке 1. Также был реализован функционал визуализации показаний с базы данных с такими показателями, как температура, влажность, уровень концентрации пыли, и с возможностью скачивания данных в виде таблицы в Excel. Данные с датчиков, выгруженные в виде таблицы в Excel, представлены на рисунке 2. При нажатии левой кнопки мыши на определенную метку отображаются данные за последние 24 часа, а также средний уровень показаний с датчика за день.

В программном коде веб-приложения реализована функция, которая собирает все данные и формирует XLS-таблицу по всем показаниям за весь период. Данная функция активируется, когда авторизованный пользователь нажимает на кнопку *Скачать отчет*. Важно отметить, что таблица формируется автоматически с содержанием листов. Каждый лист в Excel-документе содержит информацию по одному датчику (рис. 3).

Также в программном коде реализована генерация показаний в виде диаграмм, отображение диаграмм осуществляется за счет использования библиотеки *Chart.js* языка программирования JavaScript, которая предоставляет большой функционал для визуализации данных (рис. 4).

На пятом этапе было произведено тестирование устройства на базе технопарка и монтирование пяти устройств на фонарных столбах, расположенных вблизи автомагистралей и улиц с большим автомобильным потоком.

Рассмотренный проект был высоко оценен главой департамента экологии и благоустройства Альметьевского муниципального района, и в связи с этим было принято решение о продолжении работы над улучшением проекта: добавление новых показателей, возможности своевременного оповещения о высокой концентрации пыли.

Наш опыт курирования деятельности педагогов детских технопарков «Кванториум» в стране показывает, что

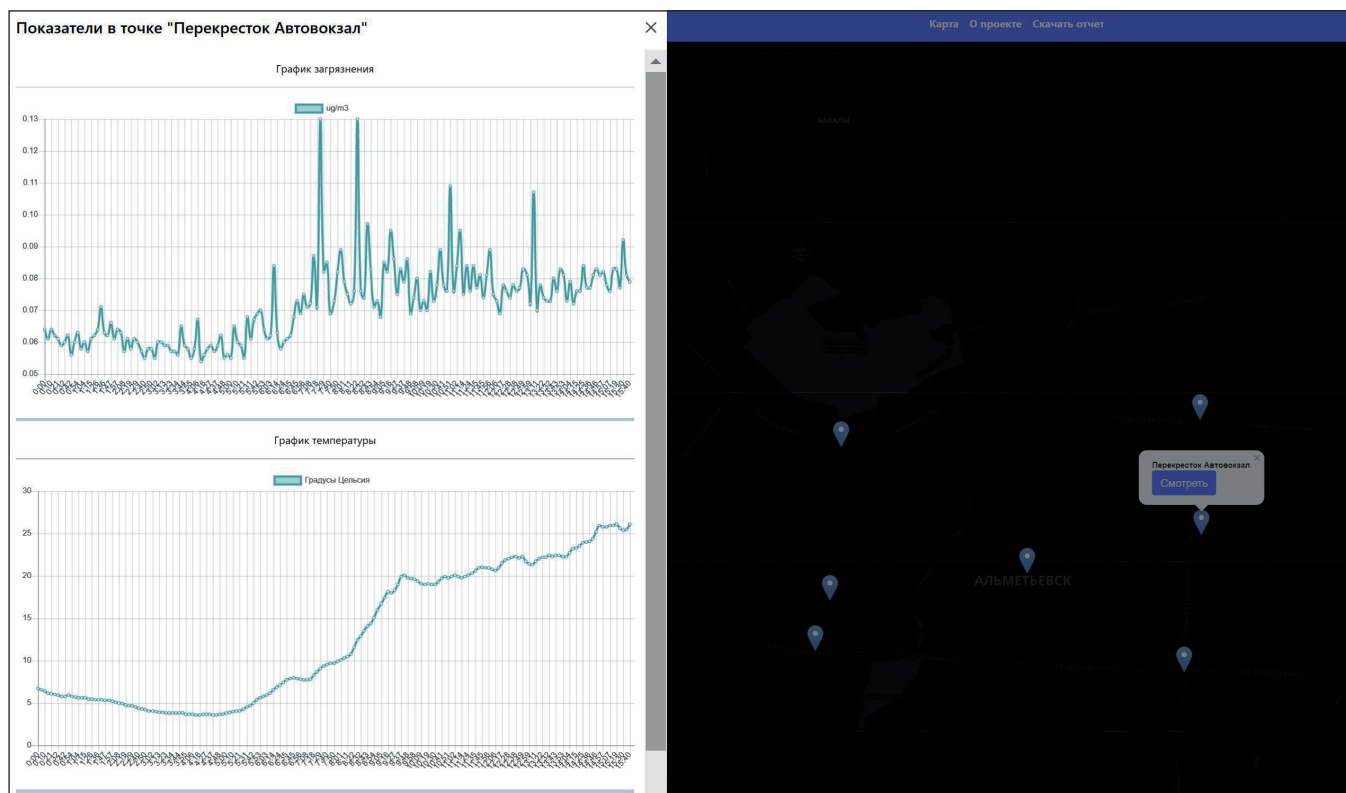


Рис. 1. Интерфейс веб-приложения системы мониторинга качества воздуха в г. Альметьевск

Файл Главная Вставка Разметка страницы Формулы Данные Рецензирование Вид Acrobat Что вы хотите сделать?																
Вставить Буфер обмена Calibri 11 A A Ж К Ц Шрифт Выравнивание Общий Число Условное форматирование Форматировать как таблицу Стили Вставить																
T23																
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1		°C	φ	ug/m3												
2	05/04 15:46:00	25.80	19.90	0.079												
3	05/04 15:40:00	26.10	19.60	0.079												
4	05/04 15:35:00	25.50	19.90	0.081												
5	05/04 15:30:00	25.40	19.70	0.092												
6	05/04 15:25:00	25.60	19.70	0.077												
7	05/04 15:19:00	26.10	19.60	0.08299999999999999												
8	05/04 15:14:00	25.90	19.70	0.08299999999999999												
9	05/04 15:07:00	25.90	19.60	0.076												
10	05/04 15:02:00	25.80	19.80	0.078												
11	05/04 14:57:00	25.80	19.80	0.08199999999999999												
12	05/04 14:52:00	25.90	19.60	0.081												
13	05/04 14:46:00	25.20	19.50	0.08299999999999999												
14	05/04 14:41:00	24.40	19.80	0.081												
15	05/04 14:36:00	24.10	20.00	0.077												
16	05/04 14:30:00	24.00	20.00	0.077												
17	05/04 14:25:00	23.90	20.00	0.08399999999999999												
18	05/04 14:20:00	23.50	20.10	0.076												
19	05/04 14:15:00	23.30	20.20	0.076												
20	05/04 14:09:00	23.20	20.10	0.072												
21	05/04 14:04:00	22.70	20.20	0.079												
22	05/04 13:59:00	22.30	19.90	0.073												
23	05/04 13:53:00	22.30	20.00	0.081												
24	05/04 13:48:00	22.40	19.70	0.08299999999999999												
25	05/04 13:43:00	22.40	20.10	0.076												
Перекресток Автовокзал Кольцо Панорама Кольцо Шевченко-Фахретдина Перекресток Шевченко-Строителей																

Рис. 2. Данные с датчиков в Excel

```

@app.route('/download_data/all/', methods=['GET'])
def doit(): # Создание xls документа по всем датчикам за весь период
    con = pymysql.connect(host='khaliloy.beget.tech', user='khaliloy_data', passwd='Mepass22',
        db='khaliloy_data', charset='utf8')
    cur = con.cursor()
    cur.execute("SELECT DISTINCT sensor FROM sensors")
    sensors = [row[0] for row in cur.fetchall()] # получить список уникальных значений в столбце sensor
    sensor_names = {
        0: "Кольцо Шевченко-Зарипова",
        1: "Кольцо Строителей-Бигаш",
        2: "Драмтеатр",
        3: "Перекрёсток Шевченко-Строителей",
        4: "Перекресток Автовокзал",
        5: "Кольцо Советская-Фахретдина",
        6: "Кольцо Шевченко-Фахретдина",
        7: "Кольцо Панорама"
    }
    salary_sheets = {}
    for sensor in sensors:
        sheet_name = f'{sensor_names.get(sensor)}'
        data = get_data(sensor)
        if not data.empty():
            salary_sheets[sheet_name] = data

    writer = pd.ExcelWriter('./sensors.xlsx', engine='xlsxwriter')
    for sheet_name in salary_sheets.keys():
        salary_sheets[sheet_name].to_excel(writer, sheet_name=sheet_name)
    writer.save() # генерация xls документа

    path = "/home/k/khaliloy/khaliloy.beget.tech/public_html/sensors.xlsx"
    time.sleep(2)
    return send_file(path, as_attachment=True)

```

Рис. 3. Программный код для сбора данных с датчиков и формирования таблицы в Excel

```

datasets: [{
    label: "ug/m3",
    fill: false,
    lineTension: 0.5,
    backgroundColor: "rgba(75,192,192,0.4)",
    borderColor: "rgba(75,192,192,1)",
    borderCapStyle: 'butt',
    borderDash: [],
    borderDashOffset: 0.0,
    borderJoinStyle: 'miter',
    pointBorderColor: "rgba(75,192,192,1)",
    pointBackgroundColor: "#fff",
    pointBorderWidth: 1,
    pointHoverRadius: 5,
    pointHoverBackgroundColor: "pink",
    pointHoverBorderColor: "red",
    pointHoverBorderWidth: 2,
    pointRadius: 2,
    pointHitRadius: 10,
    data: [{% for l in range(len(data)) %}
        {% if i == data[l][1] %}
        {% if str(data[l][5]).split("-")[2] == str(cur_day).split("-")[2] %}
            "{ data[l][4] }",
        {% endif %}
        {% endif %}
    {% endfor %}],
    spanGaps: false
}]

```

Рис. 4. Программный код для генерации диаграммы, осуществляющей визуализацию данных с датчиков

реализация подобных проектов под руководством педагогов позволяет развивать навыки будущего у учащихся путем погружения их в практико-ориентированную деятельность. Также важное значение имеет возможность применения системно-деятельностного подхода, предполагающего организацию обучения, основанного на

активной, разносторонней и самостоятельной познавательной деятельности учащихся. Основным результатом такого процесса обучения является развитие личности ребенка, а основной задачей — создание условий для самостоятельного открытия и формирования учащимся новых знаний и умений.

5. Заключение

В настоящее время наблюдается резкий рост запросов на специалистов для различных сфер, связанных с высокими технологиями. Общество нуждается в квалифицированных кадрах, способных быстро адаптироваться к различным задачам и применять новейшие технологии.

Школьный «Кванториум» является оптимальной площадкой для практико-ориентированного обучения учащихся, формирования у них навыков, необходимых в современном мире для построения успешной карьеры.

В школьных «Кванториумах» ребята могут получить новые знания в различных областях, поработать с современными оборудованием и инструментами, принять участие в научных и исследовательских проектах.

Также стоит отметить, что работа в «Кванториуме» помогает развивать творческий потенциал учащихся, что, в свою очередь, способствует развитию инноваций и открытий в различных сферах жизни.

Таким образом, можно с уверенностью сказать, что школьный «Кванториум» — это эффективная площадка для реализации практико-ориентированного обучения. Он помогает воспитывать квалифицированных специалистов, готовых успешно решать задачи в сфере высоких технологий и науки. Важно, чтобы школы поддерживали и развивали идею «Кванториумов», а школьные педагоги стремились интегрировать основное образование с дополнительным информационно-технологическим, что позволит достигнуть значимых образовательных результатов уже в ближайшем будущем.

Список источников

1. Амперка | Всё для Arduino и Raspberry Pi. <http://amperka.ru>
2. Ваграменко Я. А. Информационные технологии и модернизация образования // Педагогическая информатика. 2000. № 2. С. 3–9.
3. Григорьев С. Г., Вострокнутов И. Е., Родионов И. В., Акимова И. В., Воробьев М. В. Интеграция основного и дополнительного информационно-технологического образования на основе подготовки учащихся в центрах цифрового образования детей // Информатика и образование. 2022. Т. 37. № 2. С. 14–23. EDN: JPOAJD. DOI: 10.32517/0234-0453-2022-37-2-14-23
4. Круз Л. Интернет вещей и информационная безопасность // Защита информации. Инсайд. 2013. № 6. С. 60–61. EDN: TJXIPR.
5. Лазарев В. С. Проектная деятельность в школе: неиспользуемые возможности // Вопросы образования. 2015. № 3. С. 292–307. EDN: SJDQTX. DOI: 10.17323/1814-9545-2015-3-292-307
6. Локтионов Д. А., Масловский В. П. Критерии применения Agile-методологии для управления проектом // Креативная экономика. 2018. Т. 12. № 6. С. 839–854. EDN: XULAFN. DOI: 10.18334/ce.12.6.39179
7. Петин В. А. Arduino и Raspberry Pi в проектах Internet of Things. 2-е изд., перераб. и доп. СПб.: БХВ-Петербург, 2019. 432 с.
8. Петин В. А., Биняковский А. А. Практическая энциклопедия Arduino. М.: ДМК Пресс, 2017. 152 с.
9. Сафонова П. Н., Шамрай И. Н. Современная система дополнительного образования детей: особенности, стратегии, тенденции // Вестник Московского государственного университета культуры и искусств. 2020. № 4 (96). С. 158–171. EDN: GPNYWC. DOI: 10.24412/1997-0803-2020-10415
10. Смирнова Н. З., Александрова И. М. Практико-ориентированное обучение школьников в условиях ФГОС // Бюллетень науки и практики. 2020. Т. 6. № 11. С. 408–419. EDN: NLWTOW. DOI: 10.33619/2414-2948/60/51
11. Тестов В. А. Содержание современного образования: выбор пути // Образование и наука. 2017. Т. 19. № 8. С. 29–46. EDN: WYHKQK. DOI: 10.17853/1994-5639-2017-8-29-46