

**Методические рекомендации по организации и проведению
факультативных занятий в STEM-центрах учреждений
общего среднего образования**

Оглавление

1. Реализация STEM-подхода в современном образовании	3
1.1. Опыт использования STEM-подхода в мире	3
1.2. Особенности организации обучения учащихся на основе STEM-подхода в Республике Беларусь	4
2. Организация и проведение проектной деятельности	6
3. Рекомендации по реализации программ факультативных занятий для STEM-центров учреждений общего среднего образования по направлениям	6
3.1. Направления «Робототехника и прототипирование», «Информационные системы и технологии»	7
3.1.1. Учебные программы факультативных занятий по направлениям «Робототехника и прототипирование», «Информационные системы и технологии»	7
3.2. Инженерно-техническое направление	11
3.2.1. Учебные программы факультативных занятий по инженерно-техническому направлению	11
3.3. Математическое и естественно-научное направление	13
3.3.1. Учебные программы факультативных занятий по математическому и естественно-научному направлению	13
3.4. Направление «Архитектура и дизайн»	19
3.4.1. Учебные программы факультативных занятий по направлению «Архитектура и дизайн»	19
4. Оборудование для проведения факультативных занятий	21

4.1. Робототехнический комплекс «РОББО»

21

4.2. Цифровые лаборатории

27

1. Реализация STEM-подхода в современном образовании

STEM – английская аббревиатура: S – science, T – technology, E – engineering, M – mathematics. Научная составляющая (science) включает основные понятия, законы, математические модели, объясняющие сущность рассматриваемых объектов, а также предполагает ознакомление учащихся со структурой исследования. Технологическая составляющая (technology) ориентирована на формирование у них умения оперировать графической информацией, использовать приборы и технические приспособления для разработки авторских инженерных моделей. Инженерная составляющая (engineering) предполагает применение научных знаний для решения проблем в реальном мире, а также включает существующие подходы к решению определенных технических задач, разработку и исследование учащимися собственных проектных идей. Математический контекст (mathematics) предполагает овладение учащимися математическими понятиями, функциональными зависимостями для поиска новых связей и отношений между изучаемым инженерным объектом и иными предметами окружающего мира.

STEM-подход – это подход к обучению, направленный на формирование у обучающихся инженерно-технического мышления и вовлечение их в научно-техническое творчество посредством проектной и учебно-исследовательской деятельности с целью решения практикоориентированных задач на основе интеграции естественных наук, технологий, инженерного творчества и математики.

1.1. Опыт использования STEM-подхода в мире

В современной международной образовательной практике отсутствует единое понимание сущности STEM-подхода. Данный подход стали использовать в США и Великобритании в ответ на системный характер советского образования (не все образовательные заведения США и Великобритании имели в своих учебных планах такие предметы, как математика, физика, химия).

STEM-подход обладает значительным потенциалом для допрофильной подготовки и профильного обучения, ориентированных на комплексное развитие основ инженерного мышления, для организации профориентационной работы и формирования мотивации к получению образования в области «Техника и технологии».

Опыт социально и экономически развитых стран мира показывает, что внедрение STEM-подхода как средства профориентации и формирования мотивации к получению образования в области «Техника и технологии» может идти по следующим направлениям:

1. Расширение содержательного и результативного аспектов учебных предметов с использованием проблемно ориентированной учебной деятельности, в ходе которой приобретенные учащимися знания и формируемые умения используются для решения реальных проблем.

2. Интеграция знаний и умений учащихся для более глубокого понимания ими содержания различных учебных предметов и формирования инженерного мышления. Это позволяет расширить возможности учащихся в последующем выборе технического или научно-технического направления профессиональной карьеры.

3. Организация обучения с имитацией реальных производственных условий, предполагающих применение учащимися знаний и умений для решения технологических проблем. Этот подход направлен на развитие технических способностей и интенсивное формирование основ инженерного мышления. Образовательный процесс строится на базе проблемно ориентированной учебной деятельности (на основе метода проектов и технического проектирования). Такие учебные занятия проводятся отдельно от уроков по учебным предметам типового учебного плана или предполагают модификацию уже существующих учебных предметов с целью достижения наиболее значимых результатов.

4. Внедрение инноваций не только в частные методики обучения отдельным учебным предметам, но и формирование целостной учебной программы – STEM, включающей основные понятия науки, технологии, инженерии и математики на основе интегративного подхода к обучению.

1.2. Особенности организации обучения учащихся на основе STEM-подхода в Республике Беларусь

В основе STEM-подхода лежат следующие принципы:

1. Проектная форма организации обучения, предполагающая объединение учащихся в группы для совместного решения учебных задач.

2. Практический характер учебных задач, результат решения которых может быть использован для нужд семьи, класса, учреждения образования.

3. Межпредметный характер обучения: для решения учебных задач необходимы знания сразу нескольких учебных предметов.

В Республике Беларусь сложились определенные тенденции в организации обучения на основе STEM-подхода.

В настоящее время основные принципы STEM-подхода в учреждениях общего среднего образования реализуются в процессе обучения учебным предметам посредством использования научно-методического обеспечения (практико-ориентированных задач, заданий межпредметного характера в новых учебных пособиях, в серии пособий для учителей «Компетентностный подход»), внедрения в образовательную практику проектной деятельности учащихся (организация проектной деятельности предусмотрена учебными программами по учебным предметам), проведения факультативных занятий по данному направлению с использованием учебных программ факультативных занятий.

Министерством образования Республики Беларусь в 2023 г. разработана Дорожная карта по развитию сети профильных классов инженерной направленности в учреждениях общего среднего образования, определен

перечень учреждений общего среднего образования для организации работы STEM-центров.

Учреждением образования «Национальный детский технопарк» разработаны учебные программы факультативных занятий для организации работы в STEM-центрах.

В ряде учреждений образования в рамках экспериментальной деятельности реализуются исследовательские, экспериментальные и инновационные проекты: разрабатываются и апробируются новые методики, формируется и совершенствуется кадровый потенциал, распространяются новые идеи и практики, направленные на развитие робототехники и усиление естественнонаучной и технической составляющих общего среднего образования. В частности, с 2018 г. по 2020 г. в 13 учреждениях общего среднего образования осуществлялся инновационный проект «Внедрение модели STEM-образования как средства допрофильной подготовки в учреждении образования». Научно-методическое сопровождение инновационного проекта было возложено на ГУО «Академия последиplomного образования».

В учреждениях дополнительного образования детей и молодежи проводятся занятия по направлениям «Робототехника», «Информационные технологии», «Техническое моделирование» и другим.

Функционируют курсы/школы, ориентированные на подготовку детей и подростков на основе STEM-подхода. Большинство из них ограничиваются проведением занятий по робототехнике.

Проводится работа по повышению квалификации педагогических работников в области STEM-подхода. Например, в Институте повышения квалификации и переподготовки УО «Белорусский государственный педагогический университет имени Максима Танка» реализуется программа повышения квалификации педагогов «Основы образовательной робототехники для реализации программ факультативных занятий» (36 часов).

В Национальном институте образования разработан учебно-методический комплекс для проведения факультативных занятий по формированию функциональной грамотности обучающихся в процессе проектной деятельности «Функциональная грамотность: конструируем и проектируем» (для X–XI классов учреждений общего среднего образования).

УО «Национальный детский технопарк» разработал следующие программы факультативных занятий для VIII класса учреждений общего среднего образования: «Современные компьютерные технологии: от игры к профессии», «Основы рационального природопользования и охраны природных ресурсов»; «Основы инженерно-технического творчества»; «В мире архитектуры и дизайна: выбираем профессию»; «Занимательная робототехника».

2. Организация и проведение проектной деятельности

Одно из центральных мест в STEM-подходе занимает *метод проектов*, предполагающий определенную совокупность учебно-познавательных приемов, которые позволяют решить ту или иную проблему путем самостоятельных действий учащихся с обязательной презентацией достигнутых результатов.

Проектная деятельность представляет собой творческую работу по решению практической задачи, цели и содержание которой определяются учащимися под руководством учителя. Она осуществляется в процессе теоретической проработки информации и практической реализации идей.

В результате реализации проекта создается конкретный собственный продукт, который отличается новизной и может быть использован на практике.

При организации проектной деятельности необходимо учитывать следующее:

- проект должен быть посильным для выполнения учащимися;

- руководство проектом осуществляет учитель, который ведет подготовку учащихся к успешному выполнению проекта и создает для этого необходимые условия;

- каждого учащегося необходимо оценить за вклад в выполнение проекта;

- по завершении проекта подводятся итоги работы (презентация).

Метод проектов способствует успешной социализации учащихся благодаря информационной среде, позволяющей формировать навыки –составляющие функциональной грамотности. Выбирая проблему исследования и решая конкретные задачи, учащиеся исходят из своих интересов и степени подготовленности. Это обеспечивает каждому собственную траекторию обучения и самообучения, позволяет дифференцировать и индивидуализировать образовательный процесс. Работа в группе формирует личность, способную осуществлять коллективное целеполагание и планирование, распределять задачи и роли между участниками группы, действовать в роли лидера и исполнителя, координировать свои действия с действиями других участников.

3. Рекомендации по реализации программ факультативных занятий для STEM-центров учреждений общего среднего образования по направлениям

Для STEM-образования в рамках факультативных занятий определены следующие основные направления:

- «Робототехника и прототипирование», «Информационные системы и технологии»;

- «Инженерно-техническое»;

- «Естественно-научное»;

- «Архитектура и дизайн».

Для проведения занятий по указанным направлениям STEM-образования могут быть использованы учебные программы факультативных занятий и методические материалы, размещенные на Национальном образовательном портале (<https://adu.by/ru/homeru/obrazovatelnyj-protsess-2023-2024-uchebnyj-god/obshchee-srednee-obrazovanie/metodicheskie-rekomendatsii-ukazaniya.html>).

3.1. Направления «Робототехника и прототипирование», «Информационные системы и технологии»

Направления «Робототехника и прототипирование», «Информационные системы и технологии» позволяют учащимся овладеть базовыми технологическими компетенциями, развить технологическое мышление, познакомиться с современным уровнем технологий и содержанием профессиональной деятельности в производственной сфере для осознанного выбора профессии и готовности осваивать программы инженерного образования.

В процессе факультативных занятий создаются условия для практико-ориентированного обучения, воспитания и развития учащихся с помощью проектной деятельности в области информационно-коммуникационных технологий: учащиеся знакомятся с основами веб-дизайна, технологиями виртуальной и дополненной реальности, методами передачи, распределения и защиты информации; изучают принципы и инструментарий разработки систем виртуальной и дополненной реальности; принципы передачи информации в информационных сетях и методы ее защиты.

Образовательная робототехника закладывает прочные основы системного мышления учащихся в результате интеграции информатики, математики, физики, черчения, трудового обучения, естественных наук с научно-техническим творчеством, способствует повышению интереса учащихся к образовательному процессу. В процессе проведения факультативных занятий в данном направлении учащиеся знакомятся со способами построения автоматизированных и роботизированных систем, необходимых для улучшения качества жизни человека, помощи в различных сферах его жизнедеятельности; приобретают умения и навыки разработки автоматизированных систем.

3.1.1. Учебные программы факультативных занятий по направлениям «Робототехника и прототипирование», «Информационные системы и технологии»

Учебная программа факультативных занятий «**Основы конструирования с EV3**» для V класса учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования (https://adu.by/images/2023/inform/fz_osnovi_konstruirovaniya_5kl.pdf).

Факультативные занятия предназначены для обучения учащихся основам робототехнического конструирования, что способствует закреплению знаний и умений, связанных с разработкой алгоритмов, моделированием и конструированием.

Задачи факультативных занятий: развитие алгоритмического, творческого, дивергентного мышления учащихся; обеспечение возможностей для творческой и исследовательской деятельности; повышение интереса и мотивации учащихся к изучению программирования и технических наук.

С целью актуализации межпредметных связей математики, информатики, физики и образовательной робототехники на факультативных занятиях организуется поэтапная учебная деятельность учащихся, предусматривающая:

конструирование робота (1-й этап);

программирование робота (2-й этап);

эксперимент со сконструированным роботом (3-й этап).

(Конструирование проводится на основе робототехнического конструктора Lego EV3.)

Учебная программа факультативных занятий **«Изучение основ робототехники (на примере комплектов Robbo)»** для V–VII классов учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования (<https://adu.by/images/2023/inform/fz-izuch-osnov-robototehniki-5-7kl.pdf>).

Освоение учащимися программы является первой ступенью в обучении робототехнике, 3D-моделированию и прототипированию через проектную работу со средой визуального программирования Scratch/RobboScratch (далее – Scratch, RobboScratch) и платформами для создания 3D-проектов, в освоении основ инжиниринга для построения собственных моделей робототехники.

Оборудование, необходимое для реализации программы: «РОББО Робоплатформа», «РОББО Лаборатория», «РОББО Набор расширений для Роболаборатории», «РОББО Схемотехника», «РОББО Трассы – Набор трасс для занятий и соревнований», D-принтер, мультиборд (интерактивная панель, смарт-доска). Дополнительные материалы: филамент для печати, батарейки «Крона» (9V), маркеры водные, USB-удлинители.

Все программное обеспечение, исходные коды и чертежи доступны на wiki и github проекта: <https://wiki.robbo.ru/wiki>.

Методические рекомендации для работы с робототехническим набором «РОББО» и 3D-принтера размещены на национальном образовательном портале:

<https://adu.by/ru/homeru/obrazovatelnyj-protsess-2023-2024-uchebnyj-god/obshch-ee-srednee-obrazovanie/metodicheskie-rekomendatsii-ukazaniya.html>.

Учебная программа факультативных занятий **«Основы робототехники»** для VII–VIII классов учреждений образования,

реализующих образовательные программы общего среднего образования (<https://adu.by/images/2023/inform/fz-Osnovi-robototekhniki-VII-VIII-kl.pdf>).

Учебной программой предусмотрено два этапа обучения. Первый этап включает в себя темы: «Исполнитель и среда его обитания», «Основы программного управления Исполнителем», «Использование процедур при управлении виртуальным Исполнителем», «Основы трехмерного моделирования». Второй этап включает в себя следующие темы: «Основы проектирования робототехнических устройств», «Построение простейших электрических схем», «Основы программирования робототехнических устройств», «Программирование интерактивных систем», «Самостоятельная проектная деятельность».

Первый этап обучения предусматривает освоение азов программирования и управления не только виртуальными, но и, с некоторым приближением, реальными роботами (35 часов). На втором этапе обучения учащиеся создают механический прототип устройства (35 часов).

Учебная программа факультативных занятий **«Соревновательная робототехника»** для VIII класса учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования (https://adu.by/images/2023/inform/fz-Sorevnovatel'naya-robototekhnika-VIII-kl_1.pdf).

На факультативных занятиях учащиеся знакомятся с основными алгоритмическими и конструкторскими решениями в спортивной робототехнике, что способствует повышению эффективности усвоения содержательной линии «Основы алгоритмизации и программирования» учебного предмета «Информатика».

С целью актуализации межпредметных связей математики, информатики, физики и образовательной робототехники организуется поэтапная учебная деятельность учащихся, предусматривающая:

- конструирование робота (1-й этап);
- программирование робота (2-й этап);
- эксперимент со сконструированным роботом (3-й этап).

Рекомендуемые материальные ресурсы для проведения занятий: компьютер для каждого учащегося; программное обеспечение Lego EV3-G (для программирования), Lego Digital Designer (для моделирования); робототехнический конструктор Lego education EV3.

Учебная программа факультативных занятий **«Исследовательская робототехника»** для IX класса учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования (<https://adu.by/images/2023/inform/fz-issledov-robototekhnika-9kl.pdf>).

На факультативных занятиях учащиеся занимаются исследовательской деятельностью, применяя знания по учебным предметам «Математика», «Физика», «Информатика». Это способствует лучшему усвоению материала содержательной линии «Основы алгоритмизации и программирования» учебного предмета «Информатика».

Занятия в данном направлении способствуют развитию алгоритмического, творческого, дивергентного мышления учащихся.

Обучение проводится по следующим этапам:

конструирование робота (1-й этап);

программирование робота (2-й этап);

эксперимент со сконструированным роботом (3-й этап).

Рекомендуемые материальные ресурсы для проведения занятий: компьютер для каждого учащегося; программное обеспечение Lego EV3-G (для программирования), Lego Digital Designer (для моделирования); робототехнический конструктор Lego education EV3 (по одному на двух учащихся).

Основные результаты освоения содержания учебного материала выражаются в том, что у учащихся сформируются основы исследовательской деятельности с применением знаний из различных областей математики, физики и информатики (с использованием робототехнического конструктора Lego education EV3, программного обеспечения Lego EV3-G и Lego Digital Designer).

Учебная программа факультативных занятий **«Современные компьютерные технологии: от игры к профессии»** для VIII класса учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования
(<https://adu.by/ru/homeru/obrazovatelnyj-protsess-2023-2024-uchebnyj-god/obshe-srednee-obrazovanie/uchebnye-predmety-v-xi-klassy/informatika.html>).

Факультативные занятия направлены на развитие у учащихся мотивации к деятельности в области информационно-коммуникационных систем и технологий, ориентированы на освоение ими профессионально значимых компетенций.

На занятиях учащиеся знакомятся с основами веб-дизайна, технологиями виртуальной и дополненной реальности, методами передачи, распределения и защиты информации; изучают принципы и инструментарий разработки систем виртуальной и дополненной реальности; принципы передачи информации в информационных сетях и методы ее защиты; назначение, принцип работы, параметры и характеристики основных устройств схемотехники; приобретают практические умения и навыки в освоении специализированных компьютерных программ, языков и средств программирования, применении методов и средств противодействия угрозам безопасности информационных систем.

Учебная программа факультативных занятий **«Занимательная робототехника»** для VIII класса учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования
(<https://adu.by/ru/homeru/obrazovatelnyj-protsess-2023-2024-uchebnyj-god/obshe-srednee-obrazovanie/uchebnye-predmety-v-xi-klassy/informatika.html>).

На факультативных занятиях учащиеся знакомятся со способами построения автоматизированных и роботизированных систем, приобретают умения и навыки разработки автоматизированных систем.

На факультативных занятиях предполагается знакомство учащихся с содержанием обязательного компонента учебной программы (основы языка программирования «Arduino», базовые электронные компоненты, цикл в языке программирования, функция в языке программирования, интерфейсы передачи данных, 3D-прототипирование и др.), а также вариативного компонента по выбору учителя (работа с робототехническими наборами, разработка автоматизированного устройства, разработка робототехнической системы, интернет вещей, спортивная робототехника) для выполнения (реализации) исследовательского проекта учащимися.

Выполнение исследовательского проекта предоставляет учащимся возможность создать элементы конструкций сложных роботизированных средств по собственным цифровым 3D-моделям либо законченные устройства, которые могут послужить прототипом автоматических технических средств (систем, комплексов и т. п.), разработать собственные управляющие программы микроконтроллеров.

3.2. Инженерно-техническое направление

Факультативные занятия по инженерно-техническому направлению являются важнейшим элементом системы непрерывной специализированной подготовки учащихся учреждений общего среднего образования, ориентированной на продолжение образования в учреждениях высшего образования по специальностям данного профиля.

Целью инженерно-технического образования является формирование у учащихся технологической культуры как компонента общей культуры.

Факультативные занятия инженерно-технологического направления будут способствовать развитию технического мышления учащихся на основе исследовательской деятельности при использовании специальных технических устройств, оборудования и технологий, а также формированию личности, ориентированной на освоение профессионально значимых компетенций, способной к самообучению, самовоспитанию и самосовершенствованию.

В результате освоения содержания учебной программы учащиеся должны овладеть базовыми технологическими компетенциями, технологическим мышлением, ознакомиться с современным уровнем технологий, содержанием профессиональной деятельности в производственной сфере для осознанного выбора профессии и готовности осваивать программы инженерного образования.

3.2.1. Учебные программы факультативных занятий по инженерно-техническому направлению

Учебная программа факультативных занятий **«В мире техники и технологий: выбираем инженерную профессию»** для X–XI классов учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования (<https://adu.by/images/2023/inform/fz-v-mire-tehniki-tehnologij-10-11kl.pdf>).

Задачами данного факультативного занятия являются: формирование умений применять различные способы и средства преобразования материалов, энергии, информации, рассчитывать возможные экологические последствия технологической деятельности; формирование технологических компетенций (когнитивного, операционального, личностного и социального компонентов); развитие технологического мышления учащихся на основе осуществления проектной деятельности; расширение, углубление и систематизация знаний учащихся о специфике и многообразии инженерной деятельности, ее социальной, экономической и культурной значимости.

Учащимся предлагаются занятия по следующей тематике: «Технологии природопользования, охраны природных ресурсов, биотехнологии», «Экология и ее значение в современной горной организации», «ИТ-технологии в экологии», «Экологическая кибернетика», «Понятие о рекультивации и комплексном использовании горных пород. Восстановление нарушенных горными работами территорий», «Инженерная экология. Задачи и содержание профессиональной деятельности инженера по охране окружающей среды»; практическая работа «Экологические аспекты деятельности промышленных организаций и их воздействие на окружающую среду. Экономические методы управления экологической деятельностью организаций».

Учебная программа факультативных занятий **«Функциональная грамотность: конструируем и проектируем»** для X–XI классов учреждений общего образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования (<https://adu.by/ru/homeru/obrazovatelnyj-protsess-2023-2024-uchebnyj-god/obshe-srednee-obrazovanie/uchebnye-predmety-v-xi-klassy/informatika.html>).

Учебная программа предназначена для проведения факультативных занятий по формированию функциональной грамотности учащихся в процессе проектной деятельности при изучении учебных предметов математического и естественнонаучного образования в учреждениях образования. Цель факультативных занятий – формирование в рамках проектной деятельности ключевых компетенций учащихся, необходимых для жизни и успешной самореализации, развитие таких качеств личности, как инициативность, способность творчески мыслить, находить нестандартные решения.

Содержание факультативных занятий направлено на решение ситуационных задач инженерно-технической направленности, включающие

моделирование различных жизненных ситуаций с помощью физической и математической моделей и ориентированные на проектно-исследовательскую деятельность учащихся (мини проекты).

Учебная программа факультативных занятий **«Основы инженерно-технического творчества»** для VIII класса учреждений, реализующих образовательные программы общего среднего образования (<https://adu.by/ru/homeru/obrazovatelnyj-protsess-2023-2024-uchebnyj-god/obshe-srednee-obrazovanie/uchebnye-predmety-v-xi-klassy/informatika.html>).

Факультативные занятия направлены на развитие у учащихся мотивации к деятельности в области информационно-коммуникационных систем и технологий. Они будут способствовать формированию личности, ориентированной на освоение профессионально значимых компетенций, способной к самообучению, самовоспитанию и самосовершенствованию.

В процессе факультативных занятий у учащихся будет формироваться инженерная и технологическая культура, позитивное отношение к исследовательской деятельности, мотивация к осознанному выбору специальностей инженерно-технической направленности.

Учащиеся познакомятся с историей, современным состоянием и перспективами развития автомобилестроения; устройством и принципами работы автомобилей, беспилотных летательных аппаратов; основами нанотехнологий, лазерными технологиями и технологией получения энергии из возобновляемых источников в мире и Республике Беларусь; научатся применять различные способы и средства преобразования материалов, энергии, предполагать возможные экологические последствия технологической деятельности.

3.3. Математическое и естественно-научное направление

Факультативные занятия по естественно-научному направлению способствуют развитию у учащихся мотивации к естественно-научной деятельности, формированию личности, ориентированной на освоение профессионально значимых компетенций.

Цель факультативных занятий – создание условий для формирования у учащихся естественно-научного мышления, позитивного отношения к исследовательской деятельности, мотивации к осознанному выбору естественно-научных специальностей.

3.3.1. Учебные программы факультативных занятий по математическому и естественно-научному направлению

Учебная программа факультативных занятий **«Химия Земли»** для X (XI) класса учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования (<https://adu.by/images/2023/him/fz-himiya-zemli-10-11kl.pdf>).

Задачами данного факультативного занятия являются: формирование у учащихся опыта творческого использования знаний, полученных в основном

курсе химии, при рассмотрении и объяснении химических процессов, протекающих в окружающей среде; пропедевтика профессиональных знаний, связанных с деятельностью по рациональному использованию природных ресурсов; подготовка учащихся к участию в реализации национальной стратегии устойчивого развития на основе усвоения ими ее мировоззренческо-ценностных ориентиров; формирование у учащихся опыта исследовательской деятельности и познавательной самостоятельности при проведении химического эксперимента по изучению природных объектов; воспитание убежденности в необходимости поиска новых научно обоснованных путей использования природных богатств.

Для решения поставленных задач предлагается организовывать практические занятия по следующей тематике: «Определение кристаллизационной воды в медном купоросе», «Определение состава карбонатной породы», «Синтез и анализ малахита и азурита», «Выращивание монокристаллов солей из пересыщенного водного раствора», «Выделение хлорида калия из сильвинита», «Определение молярной массы углекислого газа», «Определение растворимости солей», «Гидролиз солей», «Определение pH водного раствора соляной кислоты методом титрования раствором гидроксида натрия», «Определение и устранение жесткости воды», «Определение в воде растворенного кислорода», «Анализ почв», «Определение минеральных удобрений».

Учебная программа факультативных занятий **«Электричество и химия»** для X (XI) класса учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования (<https://adu.by/images/2023/him/fz-elektrichestvo-i-himiya-10-11kl.pdf>).

В рамках STEM-образования могут быть решены следующие задачи данного факультативного занятия: систематизация комплекса знаний о строении вещества, физико-химических процессах, протекающих в водных растворах, особенностях окислительно-восстановительных процессов, протекания самопроизвольных и стимулируемых электрическим током реакций (электролиз), разработанных на их основе химических технологиях и областях практического использования, включая их экологическую и экономическую составляющую; развитие познавательной активности и навыков практического использования законов, теорий химии и смежных наук при комплексном рассмотрении закономерностей окислительно-восстановительных процессов; формирование опыта применения полученных знаний для химически грамотного поведения в повседневной жизни, предупреждения явлений, наносящих вред здоровью человека и окружающей среде; профессиональное самоопределение и воспитание ценностного отношения к практической деятельности человека, личной ответственности за ее результаты.

Для решения поставленных задач предлагается организовывать практические занятия по следующей тематике: «Изучение электропроводности растворов хлорида натрия и уксусной кислоты в

зависимости от концентрации раствора», «Определение скорости движения в электрическом поле окрашенных ионов в студне», «Получение гальванических покрытий из меди, никеля, цинка», «Электрохимическое гравирование», «Электролиз раствора хлорида натрия как метод хлорирования воды», «Изготовление гальванического элемента».

Разработаны «Методические рекомендации к проведению факультативных занятий «Электричество и химия» (X–XI классы)», размещенные на национальном образовательном портале (https://adu.by/images/2023/him/Elektrichestvo_i_ximiya.pdf).

Учебная программа факультативных занятий «**Устойчивое развитие**» для X–XI классов учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования (https://adu.by/images/2023/geogr/fz_ustoichivoe_razvitiye_10-11kl.pdf).

В рамках STEM-образования могут быть решены следующие задачи данного факультативного занятия: расширение знаний о глобальных проблемах современности, условиях перехода на путь устойчивого развития общества; овладение знаниями, умениями и навыками, необходимыми в области мониторинговых исследований окружающей среды; формирование компетенций в области энерго- и ресурсосбережения, сохранения биологического разнообразия и природно-культурного наследия; развитие умений анализировать, прогнозировать, моделировать и находить оптимальные пути решения экологических, экономических и социальных проблем; формирование экологической культуры учащихся как составной части общей культуры.

Для решения поставленных задач предлагается организация практических занятий и реализация проектов по следующей тематике:

- разработка и реализация проекта «Дадим отходам второй шанс»;
- оценка экологического состояния водного объекта;
- определение состояния атмосферного воздуха методом биоиндикации;
- разработка проекта «Как выбирать здоровую пищу. Экологическая экспертиза»;

- определение величины экологического следа путем тестирования: «Твой личный след на планете Земля»;

- измерение и учет расхода горячей и холодной воды в доме (квартире);
- изготовление модели ветряной (водяной) мельницы;
- создание генератора биогаза (по выбору учащихся).

Учебная программа факультативных занятий «**Геоэкология Беларуси**» для XI класса учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования (https://adu.by/images/2023/geogr/fz_XI_kl_Geoekologiya_Belarusi.pdf).

В рамках STEM-подхода могут быть решены следующие задачи данного факультативного занятия: ознакомление учащихся с геоэкологическими проблемами использования природных условий и ресурсов, возникающими в результате хозяйственной деятельности в

республике; выявление влияния современной социально-экономической ситуации в республике на природную среду; характеристика возможностей организации рационального природопользования и природоохранной деятельности в Беларуси; расширение представления учащихся об экологически опасных регионах республики и определение возможности природопользования в них.

Для решения поставленных задач предлагается организация практических занятий и реализация проектов по следующей тематике:

составление графиков динамики и диаграмм структуры выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в различных городах республики, их анализ; выявление территориальных особенностей загрязнения атмосферного воздуха в республике;

нанесение на контурную карту Беларуси крупнейших природоохранных объектов; обоснование создания нового природоохранного объекта в конкретных области, районе.

Учебная программа факультативных занятий **«Межпредметные грани математики»** для VIII–XI классов учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования (<https://adu.by/images/2023/matem/fz-mezhpredm-grani-matem-8-11kl.pdf>).

Факультативные занятия предназначены для обучения учащихся применению математических знаний и умений при решении широкого диапазона учебных задач, приближенных к реальным ситуациям, в различных сферах деятельности, при изучении других учебных предметов.

При освоении содержания учебной программы учащиеся познакомятся с разными ситуационными задачами по математике (практико-ориентированными, исследовательскими, предметно- и профессионально ориентированными) с межпредметным содержанием, способами их решения; приобретут опыт сотрудничества при выполнении группового мини-проекта и исследовательские навыки в ходе выполнения практических работ, при разработке индивидуального мини-проекта.

Мини-проекты представлены в виде ряда ситуационных задач по естественно-научному направлению, объединенных общей темой.

Учебная программа факультативных занятий **«Физика вокруг нас»** для VIII класса учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования (<https://adu.by/images/2023/fizika/fz-fizika-vokrug-nas-8kl.pdf>).

Факультативные занятия предназначены для сопровождения учебного предмета «Физика» в VIII классе. В рамках STEM-подхода может быть использована подробно описанная в пособии для учащихся практическая часть, касающаяся методов естественно-научных учебных исследований. Приведены методики наблюдений, измерений и анализа. Ряд предлагаемых к выполнению заданий может быть использован в качестве мини-проектов, предметов обсуждений и дискуссий.

Электронная версия пособия размещена на национальном образовательном портале (https://adu.by/images/2023/fizika/FZ_Phizika_8.pdf).

Факультативные занятия **«Правила жизни в мире веществ»** (учебная программа, дидактические материалы и методические рекомендации) (<https://adu.by/ru/homeru/obrazovatelnyj-protsess-2023-2024-uchebnyj-god/obshe-srednee-obrazovanie/uchebnye-predmety-v-xi-klassy/informatika.html>).

Факультативные занятия предполагают реализацию следующих проектов: «Вещества и химические явления вокруг нас» (VII класс); «Химия на службе здорового питания», «Химия красоты и привлекательности» (VIII класс); «Химические вещества в моем доме», «Производство веществ в моем регионе» (IX класс); «Энергетический кризис: мифы и реальность», «Полимеры vs экология» (X класс); «Углеводороды vs электричество», «Что мы едим? Правила здорового питания» (XI класс).

Учебная программа факультативных занятий **«Основы рационального природопользования и охраны природных ресурсов»** для VIII класса учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования (<https://adu.by/ru/homeru/obrazovatelnyj-protsess-2023-2024-uchebnyj-god/obshe-srednee-obrazovanie/uchebnye-predmety-v-xi-klassy/informatika.html>).

На факультативных занятиях учащиеся знакомятся с историей возникновения и развития «зеленой химии» и «зеленых» химических технологий, инженерной экологии, биотехнологии, геологических наук; изучают современные методы мониторинга, очистки и охраны воздушной, водной и почвенной сред, методы рекультивации земель и радиационного мониторинга.

При проведении факультативных занятий у учащихся будут формироваться умения применять различные способы и средства преобразования материалов, организмов, предполагать возможные экологические последствия антропогенного воздействия на окружающую среду; интерес к поиску решения экологических проблем путем планирования мероприятий по охране воздушной, водной и почвенной сред; естественно-научные компетенции (когнитивный, операциональный, личностный и социальный компоненты).

Программа факультативных занятий **«Математические основы теории алгоритмов»** предназначена для проведения в X классе учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования, факультативных занятий по формированию математической культуры и навыков математического моделирования как базовых элементов общей и профессиональной культуры будущего специалиста в сфере высоких технологий (<https://adu.by/ru/homeru/obrazovatelnyj-protsess-2023-2024-uchebnyj-god/obshe-srednee-obrazovanie/uchebnye-predmety-v-xi-klassy/matematika.html>).

На факультативных занятиях учащиеся познакомятся с разделами математики, которые окажутся востребованными при выборе специальностей

в сфере высоких технологий; расширяют, углубляют и систематизируют знания о специфике и многообразии процессов построения математических моделей и алгоритмов, их социальной, экономической и культурной значимости.

Учащиеся научатся применять эффективные методы решения задач интегрированного характера, практико-ориентированных задач и задач с межпредметным содержанием; анализировать и исследовать полученные результаты; использовать различные математические понятия и методы, необходимые для успешного освоения специальностей в сфере высоких технологий; осуществлять конструктивную коммуникацию на основе анализа имеющихся данных и фактов, обоснованных суждений, грамотно выстроенных доказательств; планировать и осуществлять свою учебную и проектную деятельность, контролировать ее результаты; анализировать и оформлять полученные результаты, оценивать свою работу по выполнению проекта.

Ожидаемым результатом освоения содержания данной учебной программы является сформированность у учащихся устойчивого интереса к математическому моделированию, положительной мотивации и осознанной позитивной установки на продолжение образования в направлении овладения профессией в сфере высоких технологий.

Программа факультативных занятий **«Применение теории алгоритмов»** предназначена для учащихся X классов учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования, и направлена на развитие у учащихся абстрактного и алгоритмического мышления, получение представлений о методах построения и оптимизации алгоритмов, формирование умений и навыков решения сложных алгоритмических задач как одного из базовых элементов общей и профессиональной культуры будущего специалиста в сфере высоких технологий

<https://adu.by/ru/homeru/obrazovatelnyj-protsess-2023-2024-uchebnyj-god/obshchee-srednee-obrazovanie/uchebnye-predmety-v-xi-klassy/matematika.html>) или <https://adu.by/ru/homeru/obrazovatelnyj-protsess-2023-2024-uchebnyj-god/obshchee-srednee-obrazovanie/uchebnye-predmety-v-xi-klassy/informatika.html>).

Учебной программой предусмотрено ознакомление учащихся с дополнительными разделами информатики, которые окажутся востребованными при выборе специальностей в сфере высоких технологий; изучение методов построения и анализа алгоритмов, существующих подходов и алгоритмов для решения известных алгоритмических задач, наиболее распространенных структур данных; расширение, углубление и систематизация знаний учащихся, установление связи дополнительных разделов информатики с математикой; развитие логического и алгоритмического мышления учащихся; формирование компетенций, необходимых для написания, тестирования и отладки программного кода с целью подготовки будущего специалиста в сфере информационных технологий.

Практическая ориентированность факультативных занятий подразумевает выполнение большого количества практических упражнений как по реализации изучаемых алгоритмов, так и для формирования умения решать алгоритмические задачи разного уровня, используя алгоритмы и структуры данных. Для учета выполнения заданий и упрощения процесса проверки предлагается использование автоматизированных систем тестирования (например, Яндекс.Контест или iRunner) и электронных задачников (например, aspr.ru). В качестве языка программирования для реализации алгоритмов рекомендуется C++ в среде CodeBlocks, а также другие, такие как Python (среда PyCharm) или Pascal (FreePascal, допускается PascalABC.NET).

3.4. Направление «Архитектура и дизайн»

Актуальность данного направления обусловлена тем, что современные урбанизированные пространства требуют особого внимания к формированию художественного облика среды жизнедеятельности людей, ее комфортности, экологичности и безопасности. Расширение спектра перспективных направлений архитектуры и дизайна, внедрение инновационных компьютерных технологий определяют рост потребности в специалистах инженерно-технического профиля, способных улучшить функциональные, эстетические, экологические качества окружающей среды.

3.4.1. Учебные программы факультативных занятий по направлению «Архитектура и дизайн»

Учебная программа факультативных занятий **«Техническая графика»** для IX класса учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования (https://adu.by/images/2023/cher/fz_IX%20%20_kl_Tehnich_grafika.pdf).

В рамках STEM-образования могут быть решены следующие задачи данного факультативного занятия: развитие статических и динамических пространственных представлений, образного мышления на основе анализа формы предметов, их конструктивных особенностей, мысленного воссоздания пространственных образов предметов по проекционным изображениям; обучение графическому языку общения, правилам чтения и выполнения различных чертежей, эскизов, проекций, технических рисунков и других графических изображений.

Для решения поставленных задач предлагается организация практических занятий и реализация проектов по следующей тематике:

архитектурно-строительные чертежи;
особенности и виды чертежей, условные изображения;
чтение чертежей; практическое занятие «Чтение архитектурно-строительных чертежей».

Учебная программа факультативных занятий **«Техническое макетирование»** для X–XI классов учреждений образования, реализующих

образовательные программы общего среднего образования (https://adu.by/images/2023/cher/fz_X-XI%20%20_kl_Tehnich_maketirovanie.pdf).

В рамках STEM-образования могут быть решены следующие задачи данного факультативного занятия: углубленное освоение тем проекционного и машиностроительного черчения: проекций геометрических тел (изготовление разверток и макетов геометрических тел); содействие освоению и практическому закреплению учащимися знаний в области технической графики; выявление профессиональных склонностей и способностей учащихся.

Для решения поставленных задач предлагается организовывать практические занятия по следующей тематике:

макетирование зданий, сооружений;

особенности макетирования архитектурных объектов; практическое занятие «Изготовление макетов зданий и сооружений».

Учебная программа факультативных занятий **«Основы 3D моделирования»** для VIII класса учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования (<https://adu.by/images/2023/inform/fz-osnovy-3D-modelirov-8kl.pdf>).

В рамках STEM-образования могут быть решены следующие задачи данного факультативного занятия: расширение представлений учащихся о назначении и возможностях программ обработки компьютерной графики и анимации; приобретение учащимися знаний о создании и применении 3D моделей; формирование умений и навыков для создания и применения 3D графики и анимации на примерах проектирования жилых помещений, создания фотореалистичных трехмерных сцен с использованием источников света; формирование готовности учащихся к самостоятельному освоению технологий обработки компьютерной графики и анимации.

Учебная программа факультативных занятий **«В мире архитектуры и дизайна: выбираем профессию»** для VIII класса учреждений образования, реализующих образовательные программы общего среднего образования (<https://adu.by/ru/homeru/obrazovatelnyj-protsess-2023-2024-uchebnyj-god/obshe-srednee-obrazovanie/uchebnye-predmety-v-xi-klassy/informatika.html>).

При проведении факультативных занятий учащиеся познакомятся с основами архитектуры, дизайна и проектирования архитектурно-дизайнерских объектов, компьютерной графикой, различными графическими техниками, основами скетчинга и архитектурного макетирования; расширят, углубят и систематизируют знания о специфике и многообразии видов проектной деятельности в области архитектуры и дизайна; приобретут практические умения и навыки проектирования и визуализации архитектурных и архитектурно-дизайнерских объектов, практические умения и навыки в освоении специализированных компьютерных программ, получат возможность развивать критическое мышление, креативное мышление, навыков коммуникации и кооперации в

ходе выполнения практических работ при использовании специализированного оборудования и технологий.

4. Оборудование для проведения факультативных занятий

Автоматизированные рабочие места учащихся в STEM-центрах оборудованы современной компьютерной техникой, подключенной к локальной сети и сети Интернет, что позволяет осуществлять оперативный доступ к образовательному контенту. STEM-центры учреждений образования Республики Беларусь оснащены необходимым для образовательного процесса оборудованием: 3D-принтерами, интерактивными сенсорными системами (панелями), комплектами робототехники.

4.1. Робототехнический комплекс «РОББО»

Инженерный инновационный класс РОББО – это комплекс современного робототехнического оборудования: 3D-принтеров, робототехнических платформ, наборов схмотехники и микроэлектроники, технических мини-лабораторий, в которых учащиеся будут осваивать практические навыки создания компьютерных игр, мобильных приложений и конструирования роботов.

Инженерные инновационные классы РОББО позволяют изучать современные технологии и востребованные направления науки и техники.

В состав комплекта робототехнического оборудования (РОББО) входят:

1. Робототехнический конструктор «РОББО Робоплатформа».

1.1. Робототехнический конструктор «РОББО Робоплатформа» является образовательным, адаптированным, простым и интерактивным конструктором робота с датчиками на магнитах на открытом исходном коде.



1.2. Технические характеристики «РОББО робоплатформы»:

питание: 5-9В (USB кабель - 5В, батарея 6LR61 - 9В, 850 мА);

микроконтроллер: ATMEGA-328P;

беспроводная коммуникация: Bluetooth;

программное обеспечение: ScratchDuino, Arduino IDE;

габариты, мм: 160*140*110;

масса, гр: 320;

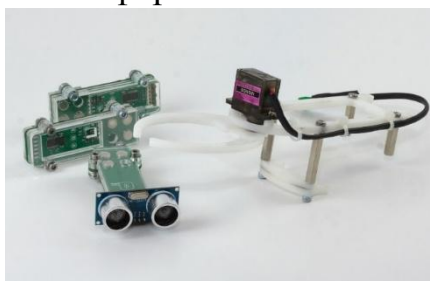
рабочая поверхность, см: 30*30;

входы: датчик света, сенсорный датчик, датчик расстояния, датчик прямой линии, кнопки;

выходы: светодиодный датчик, светодиодная подсветка, два мотора, порты;

2. Набор расширений для робототехнической платформы «РОББО Набор расширений для Робоплатформы».

2.1. Набор расширений для «Робоплатформы» включает в себя набор дополнительных датчиков и устройств и применяется для расширения функционала «РОББО Робоплатформа».

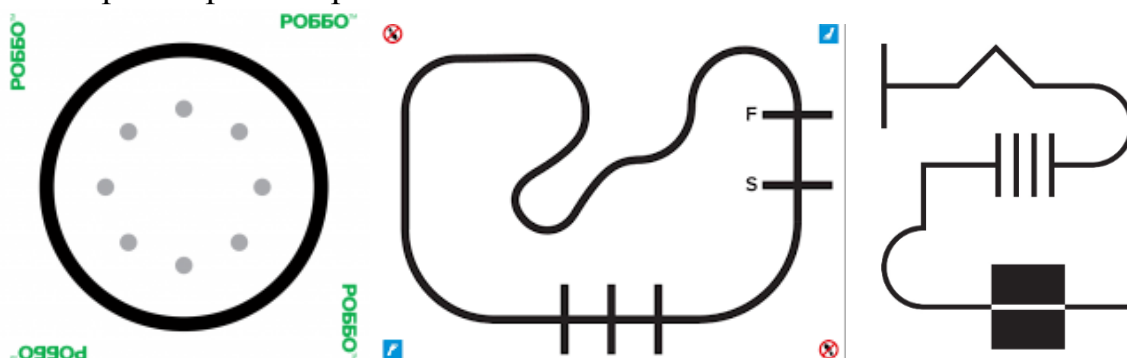


2.2. Технические характеристики:

Ультразвуковой датчик	1 шт.
Датчики цвета RGB фронтальный	1 шт.
Датчики цвета RGB нижний	1 шт.
РОББО Захват	1 шт.

3. Набор трасс «РОББО Набор трасс для занятий и соревнований».

3.1. «РОББО набор трасс для занятий и соревнований» состоит из 3-х полей с траекториями трасс.



3.2. Технические характеристики:

Простая трасса, размер не менее 2 м на 1,5 метра. Материал поля: смесь полиэстра и ПХВ с подворотом края по всему периметру, качество печати 720 dpi.	1 шт.
Сложная трасса, размер не менее 2 м на 1,5 метра. Материал поля: смесь полиэстра и ПХВ с подворотом края по всему периметру, качество печати 720 dpi.	1 шт.

Круглая трасса для кегельринга, размер не менее 1,3 м на 1,3 метра. Материал поля: смесь полиэстра и ПХВ с подворотом края по всему периметру, качество печати 720 dpi	1 шт.
---	-------

4. Комплект плат расширения с датчиками ввода-вывода «РОББО Лаборатория».

4.1. «РОББО Лаборатория» является учебной электронной платой на открытом исходным коде, предназначенной для освоения навыков программирования и изучения взаимодействия окружающей среды с компьютерной.

4.2. Технические характеристики:

питание: 5В (5В от кабеля USB);

микроконтроллер: ATMEGA-328P;

программное обеспечение: ScratchDuino, Arduino IDE;

габаритные размеры: 127*91*34 мм;

беспроводная коммуникация: Bluetooth;

входы: потенциометр, кнопки, 3 входа для данных, крокодилы, светочувствительный датчик, микрофон.

5. Набор для создания электронных устройств на базе микроконтроллера «РОББО Схемотехника».

5.1. Набор «РОББО Схемотехника» состоит из 100 электронных компонентов, подключаемых через безопасную макетную плату к микроконтроллеру Arduino, и применяется для учебных проектов при обучении основам электроники.



5.2. Технические характеристики:

Arduino UNO R3	1 шт.	Плата управления шаговым двигателем	1 шт.
USB-кабель для Arduino	1 шт.	Сервопривод TowerPro SG90	1 шт.
Адаптер для батареи	1 шт.	Мотор постоянного тока 3..6 В	1 шт.
Соединительные провода	1 шт.	Звукоизлучатель активный	1 шт.

Тактовые кнопки	4 шт.	Звукоизлучатель пассивный	1 шт.
Светодиод синий	10 шт.	Датчик огня	1 шт.
Светодиод красный	10 шт.	Фоторезистор	3 шт.
Светодиод зеленый	10 шт.	Резистор 220 Ом	10 шт.
Светодиод RGB	1 шт.	Резистор 330 Ом	10 шт.
Потенциометр	1 шт.	Резистор 1 кОм	10 шт.
Инфракрасный приемник	1 шт.	Резистор 10 кОм	10 шт.
Датчик температуры LM35	1 шт.	Датчик наклона	2 шт.
Беспаячная макетная плата	1 шт.	Провод с крокодилами	2 шт.
Датчик влажности и температуры DHT11	1 шт.	Штыревой разъем, 40 контактов	1 шт.
Шаговый 4-х фазный двигатель 5 В	1 шт.		

Принципы работы

Для обучения учащихся программированию роботов «РОББО» необходимо изучить специальную среду визуального программирования Scratch с графическим интерфейсом и среду RobboScratch, в которой заложены расширения для управления роботами «РОББО Лаборатория», «Робот РОББО», программирование контроллером ArduinoUno. Для создания вспомогательных объемных моделей можно использовать различные 3D-редакторы (TinkerCard, FreeCard, Компас).

Основные возможности Scratch и RobboScratch:

разбиение всех команд, используемых для построения алгоритмов, на логические блоки, использование дополнительных блоков-расширений для новых устройств или увеличения возможностей программирования спрайтов в целом;

создание анимированных роликов с элементами интерактивности персонажей, управление роботами «РОББО» и контроллером ArduinoUno;

создание STEAM-проектов: «Умный огород», «Умный дом», «Исследование окружающей среды», «Прохождение роботрассы» и других;
создание анимированных историй, интерактивных открыток, игр с использованием введения переменных и вспомогательных алгоритмов;
создание проектов, в которых главным персонажем выступает техническое устройство с добавлением расширений для управления роботами в среде RobboScratch.

Поделиться своими проектами и посмотреть проекты других можно на сайтах: <http://scratch.mit.edu/>, <http://robbo.ru>.

Из технических преимуществ Scratch и RobboScratch следует отметить мультиплатформенность (корректная работа на Windows, Linux, MacOS) и возможность работать без установки программы в режиме онлайн.

«РОББО Робоплатформа» создана для обучения детей и взрослых программированию и робототехнике. Платформа представляет собой простой конструктор, который позволяет достаточно легко собрать робота из уже готовых модулей и быстро его запрограммировать. В качестве базовой среды программирования используется среда Scratch. В зависимости от тематики решаемых задач «Робоплатформа» может быть оснащена различными датчиками, которые входят в набор расширений для робототехнической платформы (можно подключать до 5 датчиков одновременно).

«РОББО Лаборатория» помогает научить учащихся получать данные из внешних источников (сенсоров), калибровать их, обрабатывать полученную информацию и использовать ее при написании программ (так называемый «Интернет вещей»). Это специальная плата, подключив которую к компьютеру, можно получить доступ к внешним датчикам и устройствам управления. Лаборатория упакована в прочный прозрачный картридж – так учащиеся смогут увидеть содержимое и разобраться в микروэлектронной части.

Набор схемотехники «РОББО» нужен для обучения основам электроники. Он состоит из различных электронных компонентов, которые легко подключаются к микроконтроллеру Arduino.

Особенности использования комплектов робототехнического оборудования (РОББО)

Набор оборудования предназначен для знакомства учащихся с основами микروэлектроники, программирования и робототехники в рамках реализации учебных программ по отдельным учебным предметам, факультативных занятий и объединений по интересам.

Учебный предмет «Информатика» может быть базовым для применения робототехнического оборудования при изучении алгоритмизации и программирования, моделирования.

Робототехническое оборудование может использоваться на учебных занятиях по учебному предмету «Физика» при изучении тем «Механическое движение и взаимодействие тел», «Электромагнитные явления», «Основы кинематики». С использованием датчиков температуры и влажности можно

создавать проекты по учебному предмету «Человек и мир», датчик звука и встроенный динамик помогут создать проект по учебному предмету «Музыка», а «Робот РОББО» можно использовать при объяснении правил безопасного поведения на дорогах.

Рекомендации по использованию оборудования и программного обеспечения

Желательно обеспечить каждого учащегося персональным компьютером с установленными:

операционной системой Windows, Linux или Mac OS;

Adobe AIR офлайн-редактором Scratch (Scratch Offline Editor) (подробнее на сайте: <https://scratch.mit.edu/scratch2download/>);

офлайн-редактором RobboScratch (подробнее на сайте: <https://robbo.ru>).

Требуется подключение к сети Интернет (минимально – компьютер учителя), желательно наличие проектора, набора роботов «Robbo» (желательно 1 комплект на 1 учащегося), по возможности наличие в кабинете 3D-принтера.

Если в компьютерном классе не все компьютеры подключены к сети Интернет, работа может быть частично организована на базе компьютера учителя с использованием проектора; в режиме онлайн или с использованием офлайн-редактора Scratch/RobboScratch и подготовленных учителем скриншотов примеров игр, загруженных заранее из сети Интернет, или аналогичных проектов.

Занятия рекомендуется строить с учетом возрастных и психологических особенностей учащихся. Предусматривается как индивидуальная работа, так и работа в группах. Сложность самостоятельных проектов учащихся рекомендуется определять возрастной группой и уровнем знаний по математике, электронике, робототехнике.

Правила безопасности

Занятия с комплектами робототехнического оборудования (РОББО) должны проводиться в компьютерном классе, поэтому к работе следует допускать учащихся, ознакомленных с правилами безопасного поведения в компьютерном классе и не имеющих противопоказаний по состоянию здоровья. В процессе работы с комплектами необходимо соблюдать расписание учебных занятий, установленные режимы труда и отдыха, порядок проведения работ, правила личной гигиены, содержать в чистоте рабочее место.

При неисправности робототехнического оборудования учащимся необходимо прекратить работу и сообщить об этом педагогу.

По санитарно-гигиеническим нормам продолжительность непрерывной фиксации взгляда на экране монитора компьютера для учащихся V–VIII классов не должна превышать 25 минут. Поэтому на занятии необходимо

предусмотреть проведение физкультминутки и зарядки для глаз. Кроме того, каждое занятие рекомендуется делить на две части:

дидактические игры и упражнения; решение логических задач и головоломок, разработка проекта, моделирование, планирование деятельности;

работа в среде программирования Scratch/RobboScratch непосредственно на компьютере.

4.2. Цифровые лаборатории

Цифровая лаборатория по физике

Цифровая лаборатория по физике предназначена для научных экспериментов и исследований как в аудитории, так и на открытом пространстве. В условиях лаборатории наглядно можно демонстрировать проводимый учебный эксперимент. Это облегчает понимание учащимися объясняемой концепции или теории.



Встроенные датчики: акселерометр (3 оси), GPS, термометр окружающей среды, барометр.

Съемные измерительные датчики: давление воздуха, ток, движение, свет, напряжение, звук, сила, частота ИК-излучения.

Каждая лаборатория поставляется в комплекте с набором измерительных устройств и преобразователей, сопутствующих каждому датчику; методическим пособием с вариантами лабораторных работ и опытов; USB-кабелем и сетевым адаптером для зарядки и подключения устройства к компьютеру; диском с программным обеспечением; сумкой для хранения и переноски лабораторий.

Цифровая лаборатория по окружающему миру

Цифровая лаборатория представляет собой инструмент для проведения научных экспериментов в полевых условиях. Его функционал позволяет учащимся с увлечением заниматься наукой на практике.



Встроенные датчики: акселерометр (3 оси), GPS, термометр

окружающей среды, барометр.

Съемные измерительные датчики: растворенный кислород, кислотно-щелочной баланс, относительная влажность, звук, УФ-излучение, свет, температура.

Каждая лаборатория поставляется в комплекте с набором измерительных устройств и преобразователей, сопутствующих каждому датчику; методическим пособием с вариантами лабораторных работ и опытов; USB-кабелем и сетевым адаптером для зарядки и подключения устройства к компьютеру; диском с программным обеспечением; сумкой для хранения и переноски лабораторий.

Цифровая лаборатория по химии и биологии

Цифровая лаборатория по химии и биологии дает возможность организовать практические работы, например: изучение влияния физических упражнений на температуру тела человека и частоту его пульса; исследование испарения воды наземными растениями; влияние растительности на микроклимат города и др.



Встроенные датчики: акселерометр (3 оси), GPS, термометр окружающей среды, барометр.

Съемные измерительные датчики: давление воздуха, температура, свет, проводимость, растворенный кислород, сердцебиение, кислотно-щелочной баланс, относительная влажность, термопара.

Каждая лаборатория поставляется в комплекте с набором измерительных устройств и преобразователей, сопутствующих каждому датчику; методическим пособием с вариантами лабораторных работ и опытов; USB-кабелем и сетевым адаптером для зарядки и подключения устройства к компьютеру; диском с программным обеспечением; сумкой для хранения и переноски лабораторий.

Методические рекомендации по работе с некоторыми элементами оборудования размещены на национальном образовательном портале (<https://adu.by/ru/homeru/obrazovatelnyj-protsess-2023-2024-uchebnyj-god/obshchee-srednee-obrazovanie/uchebnye-predmety-v-xi-klassy/khimiya.html>):

Мычко, Д. И. Использование программно-аппаратного комплекса с датчиком температуры для определения тепловых эффектов химических реакций / Д. И. Мычко, А. С. Берестнев // Біялогія і хімія. – 2020. – № 3. – С. 16–25.

Берестнев, А. С. Использование программно-аппаратного комплекса с датчиком оптической плотности для определения кинетических параметров

реакции окисления иодид-ионов пероксидом водорода / А. С. Берестнев, Д. И. Мычко // Біялогія і хімія. – 2020. – № 2. – С. 3–6.

Берестнев А. С. Методические рекомендации по организации демонстрационного эксперимента на учебных занятиях по химии с использованием датчика, определяющего объем выделившегося газа / А. С. Берестнев, Д. И. Мычко // Біялогія і хімія. – 2019. – № 6. – С. 3–10.

Берестнев А. С. Методические рекомендации по организации демонстрационного эксперимента на учебных занятиях по химии с использованием датчика электропроводности / А. С. Берестнев, Д. И. Мычко // Біялогія і хімія. – 2019. – № 1. – С. 17–28.