



Государственное общеобразовательное учреждение
«Инженерно-технологическая школа №777» Санкт-Петербурга

Финал Всероссийского конкурса «Космический турнир»

Номинация: «Лучший педагог/наставник»

Макет лунной базы «САЛЮТ ИТШ №777»

Автор работы: педагог дополнительного
образования, руководитель объединения
«Спутникостроение» ГБОУ «ИТШ №777»

Санкт-Петербурга, учитель физики
высшей квалификационной категории

Унгаров Роман Евгеньевич

2025 г.

Оглавление

Раздел 1. Введение. Постановка целей и задач проекта	3
ПРОБЛЕМА	3
АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОЕКТА	5
АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ	8
Раздел 2. Разработка интерактивного макета	12
ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАКЕТА	12
3D-МОДЕЛЬ ЖИЛОГО МОДУЛЯ	14
ОСНОВА МАКЕТА. МОДЕЛЬ ЛУННОГО ЛАНДШАФТА.	16
БУРОВАЯ СТАНЦИЯ	18
ЛУННАЯ АГРОБИОЛАБОРАТОРИЯ С СИСТЕМОЙ ТРУБОПРОВОДА	21
ЛУННЫЙ РОВЕР	26
СТАРТОВЫЙ КОМПЛЕКС	28
ЭНЕРГОПИТАНИЕ ОТ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ	31
Раздел 3. Разработка методических материалов по работе с макетом	34
Раздел 4. Представление готового продукта и анализ выполненной работы	38
Заключение	43
Источники информации	45
Приложения	

Раздел 1. Введение. Постановка целей и задач проекта

ПРОБЛЕМА

Луна – ближайшее к Земле космическое тело, детально различимое даже в любительский телескоп. На Луну уже ступала нога человека, по ней по сей день перемещаются луноходы, на поверхности работает научная аппаратура, по лунной орбите летают разнообразные спутники – изучают ландшафт и недра Луны. Учёным хорошо известны перспективы этих исследований. Идея строительства стационарной базы на Луне также не является новой задачей. Ещё 50 лет назад такой проект уже был разработан в СССР под руководством В. П. Бармина [1]. Этот и другие проекты не были реализованы в прошлом веке по экономическим и технологическим причинам.



Рис. 1. Проект «Долговременная лунная база» под руководством В. П. Бармина (1960–1974 гг.)

Вместе с тем на сегодняшний день задачи освоения нашего естественного спутника продолжают вдохновлять тысячи исследователей, инженеров, предприимчивых руководителей. Поиски возможности долговременного присутствия на Луне двигают научно-технический прогресс, развивают культурно-медийную среду, определяют политико-стратегические цели как отдельных стран, так и крупных международных объединений [2].

Разработка новейших систем доставки грузов (рис. 2), ускорителей с возвращаемыми ступенями, совершенствование технологий спутниковой связи, внедрение искусственного интеллекта делают задачу начала долговременного освоения Луны вполне достижимой в обозримом будущем, а потому актуальной [3]. В этих условиях уже сейчас нужно позаботиться об обучении достаточного количества квалифицированных кадров для космической отрасли на перспективу, способных в будущем решать эту и другие более масштабные задачи. Для этого уже на этапе школьного обучения важно мотивировать и поддерживать талантливую молодёжь, проявляющих интерес к астрономической и аэрокосмической тематике. Это будущие покорители Луны, Солнечной Системы и, может, иных звёзд.



Рис. 2. Лунная программа РФ с 2021 по 2030 г. (2018 г.)

АКТУАЛЬНОСТЬ ПРОЕКТА

Программы космических классов, существующие во многих школах страны сегодня, активно вовлечены в решение задачи восстановления былого кадрового потенциала нашей авиакосмической отрасли. Они формируют и поддерживают активный познавательный интерес у школьников к космическим исследованиям и истории отечественной космонавтики, устанавливают тесные связи между образовательными организациями и предприятиями отрасли, способствуют практико-ориентированному обучению при сохранении фундаментальности. Важной особенностью программ космических классов является развитие творческих способностей проектирования и конструирования, овладение ещё в общеобразовательной школе начальными знаниями и компетенциями специалиста отрасли, развитие профессионально значимых личностных качеств будущего специалиста.

Эти и другие задачи требуют от наставников космических классов значительной самоотдачи и творческого подхода к обучению ребят. Очевидно, что даже самая грамотная программа обучения, составленная лучшими методистами, будет в конечном итоге давать результат только при условии высокого уровня профессионализма педагога и учителя, его стремления совместному успеху с обучающимися при непрерывном профессиональном совершенствовании и вовлеченности в процесс.

В нашей школе космические классы существуют второй год. Коллектив педагогов, занятых в программе классов, продолжает пополняться, дети принимают активное участие в конкурсах и олимпиадах инженерно-космического профиля, выполняют проектно-исследовательские работы, педагоги участвуют в методических марафонах и семинарах, позволяющих транслировать накопленный опыт. В соответствии с учебным планом в школе проводятся тематические недели, приуроченные к важным датам истории космонавтики, организуются экскурсионные выезды и участие детей в тематических сменах. Руководство школы ежегодно оснащает классы современным образовательным оборудованием для решения поставленных задач обучения. Эти и другие факторы уже сейчас позволяют добиваться значимых результатов по развитию космического образования и подготовки будущих специалистов отрасли.

Обучение по программе космического класса имеет междисциплинарный и интегрирующий характер на всех ступенях обучения. Здесь важно взаимодействие педагогов внутри образовательной среды, постоянный обмен опытом и его диссеминация, возможность задействовать в обучении ребят форматы внеурочной деятельности и дополнительного образования в кружках, форматы летней школы или каникулярных лагерных

смен. Повысить эффективность обучения по программе также помогает решение общих образовательных задач, таких как организация тематических конференций учителями-предметниками, фестивалей проектных работ, викторин, состязаний и других подобных мероприятий. Совместная работа нескольких коллективов над одной масштабной конкурсной задачей, показывающая слаженную работу внутри образовательного учреждения в целом, также может стать мощным интегрирующим и развивающим фактором как для детей, так и для их наставников.

Темой проекта в финале «Космического турнира» выбрано именно создание интерактивного макета лунной базы по нескольким причинам:

1. Тема продолжает работу, начатую при решении кейса в отборочном туре. Акцент в конкурсном видеоролике, поясняющим предложенное решение, ставился на перспективы строительства базы на Луне как станции дозаправки и доукомплектования аппаратов и космических кораблей для дальних миссий и перелётов. Текущий проект развивает эти идеи и ставит вопросы шире — какие ещё системы необходимо разработать в дополнение к устройствам, осуществляющим добычу и преобразование недр Луны, получение и дальнейшую транспортировку топлива; каковы принципы и режимы работы данных систем и как согласовать части целого между собой? Наконец, как собрать воедино предложенные системы и продемонстрировать их совместную работу?

2. Во-вторых, создание макета — это классическая проектная работа. Этот подход подразумевает по итогу наличие конкретного уникального продукта. Такой формат имеет свою общепринятую методику и хорошо известные детям алгоритм и хронологию выполнения. Он позволит объединить несколько коллективов педагогов и учащихся школы в совместном труде и сотворчестве, развивая личностные, коммуникативные навыки, умение работать в команде, интегрировать различные предметные составляющие и по этим причинам выбран приоритетным вариантом исполнения.

3. Внедрение интерактивной компоненты придаст разрабатываемому продукту важную образовательную составляющую. Макет может использоваться в качестве демонстрационного стенда в ходе проведения тематических открытых уроков; послужит средством визуализации инженерно-технических решений и показателем уровня подготовки учащихся старшей школы в процессе проведения обучающих семинаров, методических марафонов для учителей и гостей школы; станет площадкой для реализации ученических проектных работ, развивающих отдельные технические составляющие макета.

Цель проекта:

создание учебного интерактивного макета базы на Луне «Салют ИТШ 777» и его апробация в образовательных целях.

Задачи педагога-наставника:

- Проанализировать существующие решения по созданию интерактивных макетов, реализующих космическую тематику, и их образовательную ценность.
- Создать концепцию и дизайн будущего продукта совместно с учащимися, а также определить хронологию и последовательность его выполнения.
- Сформировать перечень и приобрести необходимые материалы и ресурсы для создания макета.
- Организовать участие учащихся старшего звена в работе над макетом, контролировать процесс создания макета по утверждённому плану.
- Организовать взаимодействие учащихся кружка «Спутникостроение» с воспитанниками других объединений в целях создания совместного продукта.
- Организовать представление продукта, а также наставническую деятельность учащихся старшего звена в отношении учащихся начальной школы в ходе мероприятий, приуроченных к неделе космонавтики: открытых уроков, интерактивных перемен и занятий в кружках дополнительного образования.
- Подвести итоги работы и оформить отчёт по регламенту конкурсного испытания.

Задачи учащихся:

- Действовать согласно утверждённому плану работ над проектом.
- Реализовать механизированную и схемотехническую часть макета в соответствии с поставленными задачами.
- Выполнить работы по созданию конструкций макета лунной базы, в том числе создание 3D-модели жилого модуля и печать моделей.
- Запрограммировать автоматизированные системы макета: микроконтроллеры, исполнительные устройства и датчики.
- Протестировать работу готовых систем в различных режимах и проверить их согласованность.
- Создать манипуляторные и дистанционные интерфейсы интерактивного взаимодействия с системами макета и сформулировать правила их использования.

- Представить работу с макетом в рамках мероприятий, приуроченных к неделе космонавтики.

Этапы работы над проектом:

1. Анализ существующих решений и обоснование актуальности проекта.
2. Проектирование макета.
3. Изготовление основы макета: модель лунного ландшафта, места под размещение элементов макета, логистических линий и других компонентов.
4. Разработка электронных схем и механизированных конструкций.
5. Разработка методических материалов по работе с интерактивным макетом, включая технологическую карту открытого урока с применением макета.
6. Представление готового продукта и анализ выполненной работы.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ

Перед началом выполнения работ наставником совместно с учащимися было выбрано и проанализировано несколько существующих вариантов интерактивных и статичных макетов лунных баз. Результаты анализа сведены в таблицу 1.

Таблица 1.

Название	Составные элементы	Интерактивные и образовательные возможности	Достоинства и недостатки
Макет «Лунная база». Московский Планетарий (рис. 3)	Макет состоит из ровной площадки, которая имитирует лунную поверхность. На ней размещены: блок солнечных батарей, два телескопа, посадочный модуль, научная лаборатория, два лунохода, жилые модули.	С помощью кнопок можно приводить в движение луноходы, телескопы и солнечные батареи.	«+»: интерактивность, соблюдены пропорции объектов, детализирован ландшафт, качественные материалы. «-»: высокая стоимость материалов и изготовления, существенные временные трудозатраты, акцент на визуальной составляющей.

Учебная модель лунной базы NEMEYA компании «Спутникс» (рис. 4)	Лабораторный комплекс, который можно оснастить различными модулями: • жилой модуль; • модуль связи; • центральный компьютер; • модуль энергоснабжения; • модуль водоснабжения; • ровер с манипулятором + станция зарядки; • оранжерея; • солнечные панели; • система освещения (внутренняя и внешняя).	Можно создавать алгоритмы работы модели в специальном ПО или на Python. Управлять ровером и манипулятором можно с помощью телефона или компьютера, возможно устанавливать свои датчики.	«+»: предоставляет разноуровневые образовательные задачи, возможности для создания собственных проектов на основе макета, проработана научная составляющая. «-»: дороговизна, фиксированный набор компонентов, упрощённый дизайн макета.
Различные любительские работы, представленные на форумах моделистов или сайтах школьных и студенческих НПК (рис. 5)	Включают, как правило, детализированный ландшафт, распечатанные 3D-модели конструкций жилого модуля, модели технологических сооружений и тому подобное.	Интерактивная составляющая минимальна или её нет.	«+»: простота изготовления из легко доступных материалов, вариативность и разнообразие демонстрируемых объектов, масштабируемость. «-»: цели создания в основном демонстрационные, акцент на технике моделирования объектов, но не на моделировании процессов, как правило, единоличное исполнение, значительные временные трудозатраты.

Коммерческие макеты отраслевых конструкторских бюро, инженерных компаний и музеев (рис. 6 и рис. 7)	Включают высокодетализированные элементы ландшафта и моделированных объектов, модели жилых и посадочных модулей, иных сооружений и конструкций.	Образовательные возможности связаны с внутрикорпоративным обучением и ограничены узкопрофильным назначением.	«+»: тщательная проработка деталей и достоверность, точный масштаб и соответствие ландшафта научным данным, наглядность. «-»: как правило, используется в качестве музейного или выставочного образца, дорог и специфичен в исполнении, в основе недоступные общественности данные об объектах, параметры объектов и чертежи.
---	---	--	--

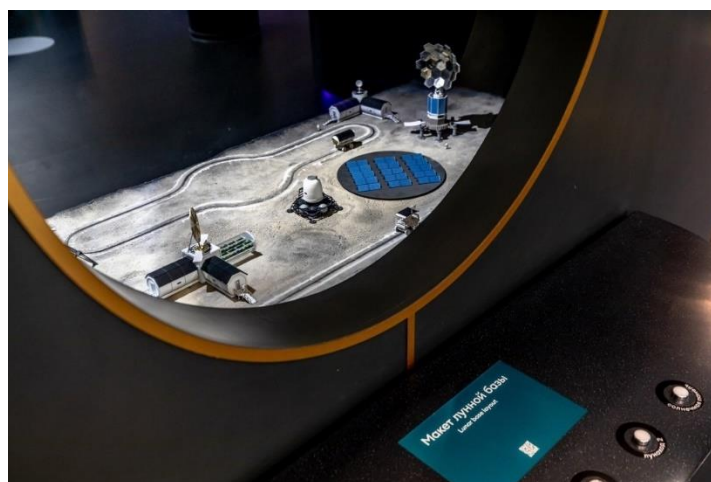


Рис. 3. Макет лунной базы Московского Планетария ([ссылка](#))



Рис. 4. Учебная модель лунной базы NEMEYA ([ссылка](#))



Рис. 5. Школьный макет на конкурс «Космическое путешествие».
В. Комиссаров, 8 лет ([ссылка](#))



Рис. 6. Макет компании Bigelow Aerospace USA ([ссылка](#))



Рис. 7. Экспонат Музейно-выставочного центра
«Самара Космическая» ([ссылка](#))

Раздел 2. Разработка интерактивного макета

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МАКЕТА

Следующим этапом работы над проектом стало создание концепции макета, а именно обсуждение с учащимися вариантов его наполнения элементами, а также того, как элементы макета будут между собой взаимодействовать в рамках поставленных задач. Основой концепции стали имеющиеся данные о наличии водяного льда в приполярных областях, особенностях лунного ландшафта и условий освещённости в некоторых кратерах. Итогом работы стала схема предположительного размещения элементов макета, выполненная в Power Point (рис. 8). Выбраны основные моделируемые объекты лунной базы, это:

- установка бурения недр с целью добычи водяного льда;
- станция термической переработки и фильтрации добытого льда;
- система водопровода с насосом для отвода полученной воды и доставки потребителям;
- жилой модуль для космонавтов;
- лунная агробиологическая лаборатория для выращивания растений и проведения биологических экспериментов;
- станция электролиза для разложения добытой воды на водород и кислород;
- установка для получения ракетного топлива из выделенного водорода;
- стартовый комплекс для заправки ракет топливом и моделированием запуска на орбиту;
- лунный ровер, для транспортировки космонавтов и оборудования, исследования местности;
- комплекс солнечных панелей для питания станции.

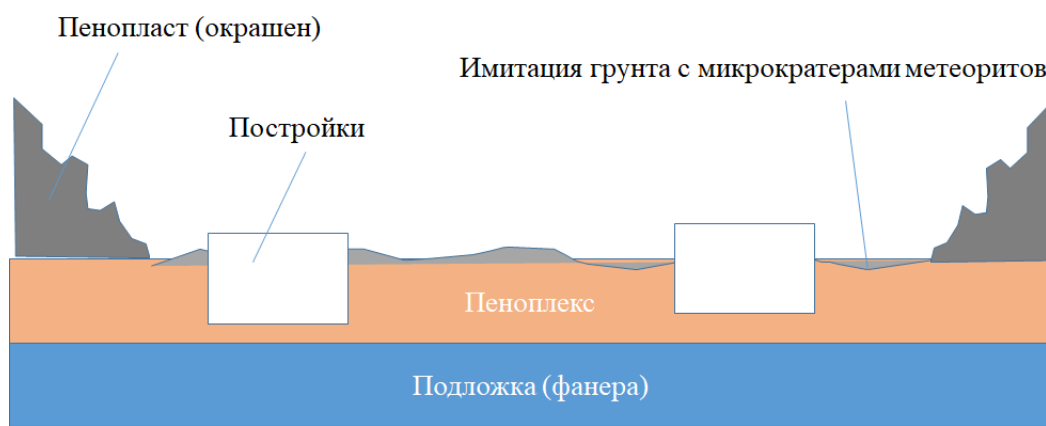
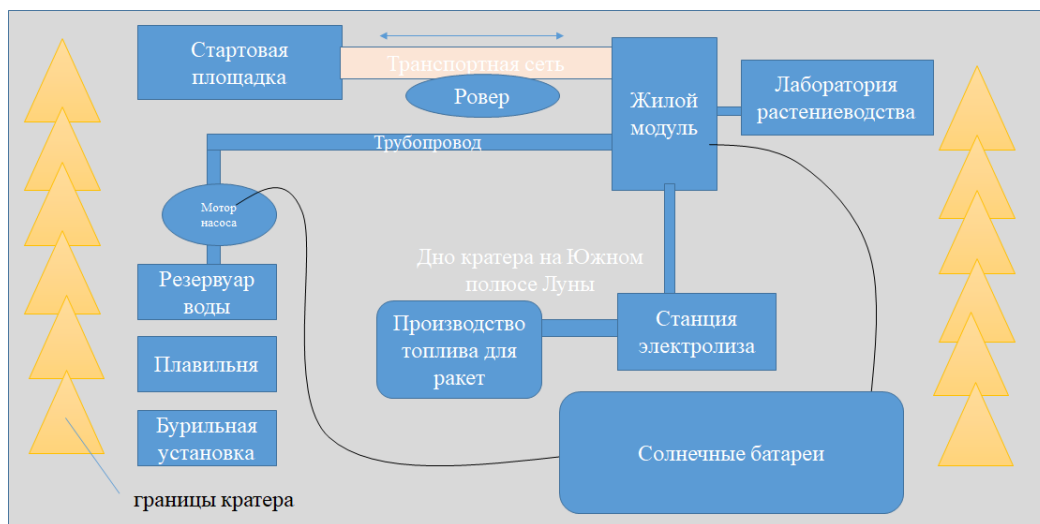


Рис. 8. Первичная концепция макета

Наставником была организована встреча с педагогами нескольких объединений кружковой деятельности ЦДОД «Лахта-Полис», где обсуждалась возможность взаимодействия кружков для решения поставленной задачи в указанные сроки. Были приняты соответствующие решения:

1. Основа макета будет создана совместными усилиями с учащимися отделения «Ландшафтный дизайн», имеющими большой опыт в декорировании и моделировании природных объектов в миниатюре. Также совместными усилиями запланировано создание конструкции лунной агробиолaborатории и высадка в неё живых растений.
2. Модель буровой установки и конвейерная линия подачи будет создана при содействии кружка «Робототехника» с использованием имеющегося оборудования.
3. Создание станции электролиза с возможностью наблюдать процесс выделения водорода была предложена руководителем кружка «Лабораторный химический анализ».
4. С руководителем кружка «Прототипирование» была согласована возможность осуществления 3D-печати элементов макета, а также

возможность консультации в период создания моделей в пакете «Компас-3D».

Таким образом, работа получила междисциплинарный характер, коммуникация с отделениями дополнительного образования осуществлялась в период работы над макетом преимущественно в дистанционном формате из-за несоответствий в расписании проведения занятий. Создание основы макета удалось организовать в форме непосредственной совместной работы учащихся объединения «Спутникостроение» и объединения «Ландшафтный дизайн» в столярной мастерской (рис. 9), что позволило объединить в сотворчестве разновозрастные группы, развить навыки групповой работы и коммуникативной культуры.



Рис. 9. Совместная работа отделений «Спутникостроение» и «Ландшафтный дизайн» над созданием рельефа лунной поверхности

3D-МОДЕЛЬ ЖИЛОГО МОДУЛЯ

Для прототипирования и последующей печати жилого модуля учащимися отделения «Спутникостроение» по проекту наставника была создана 3D-модель в среде «Компас-3D» (рис. 10).

В процессе создания модели использовались были использованы многочисленные операции выдавливания (рис. 11). При разработке эскизов применялась базовая геометрия, а также функция параллельного переноса (рис. 12).

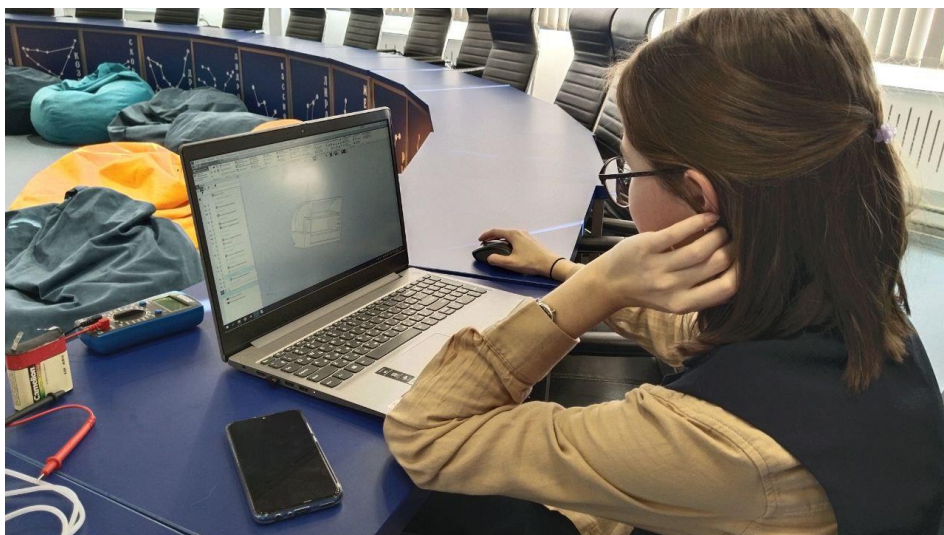


Рис. 10. Процесс создания 3D-модели жилого модуля

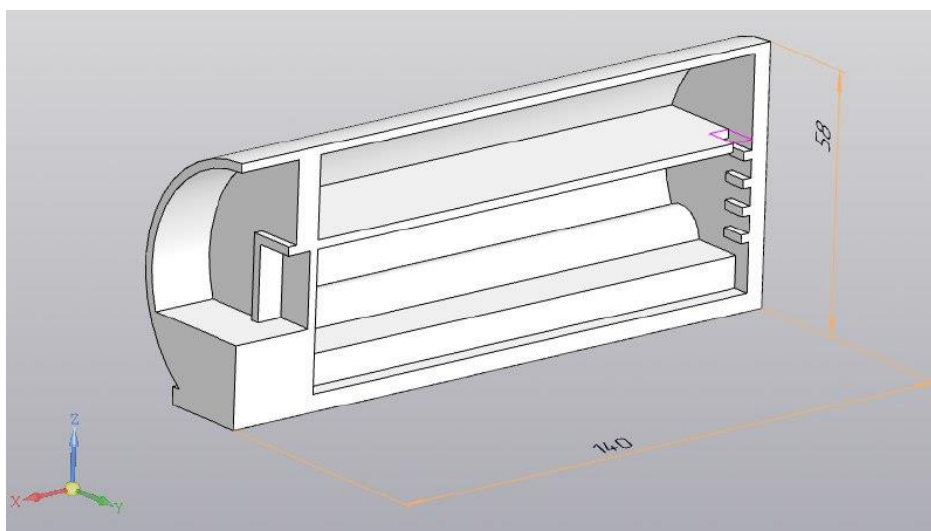


Рис. 11. Модель жилого модуля в разрезе

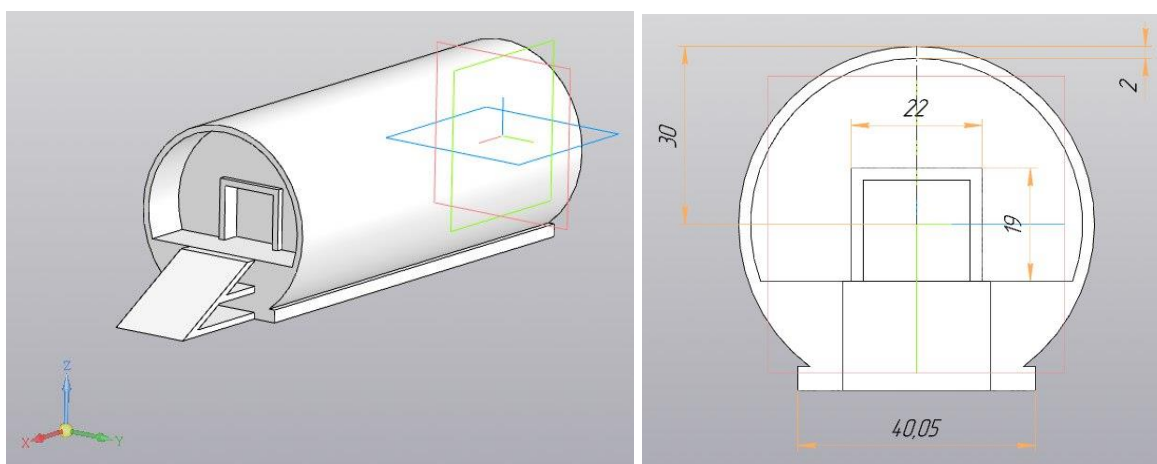


Рис. 12. 3D-модель жилого модуля

Для осуществления печати файл был переведён в формат STL. Для наиболее выгодной 3D-печати модель была поставлена вертикально: такой способ исключает наличие поддержек и значительно упрощает саму печать. Жилой модуль не полый, имеет плотность заполнения около 33%. Результат выполненной работы представлен на рис. 13.



Рис. 13 Итоговый вариант распечатанной и декорированной модели

ОСНОВА МАКЕТА. МОДЕЛЬ ЛУННОГО ЛАНДШАФТА.

В целях создания основы для макета был приобретён лист экструзионного пенополистирола (Пеноплекс) размерами 1185 × 585 × 100 мм.

Первоначальный вариант исполнения предполагал продольное разрезание листа пеноплекса на две равные плоские части. Для этой цели в ходе анализа существующих способов была выбрана идея прожигания листа нихромовой нитью согласно статье [3]. С учётом диаметра нити и её длины было подобрано соответствующее напряжение на выходе источника питания. Однако технология потребовала создания дополнительных приспособлений, поскольку нить трижды рвалась в процессе резки, наш коллектив отказался от этой идеи.

Под планируемые к размещению элементы макета были выполнены лунки глубиной от 3 до 5 см (рис. 14). Удалённый материал было решено использовать для последующего декорирования макета. Удаление материала выполнялось небрежно намеренно для создания эффекта борозд поверхности кратера и пересечённого характера рельефа (рис. 15).

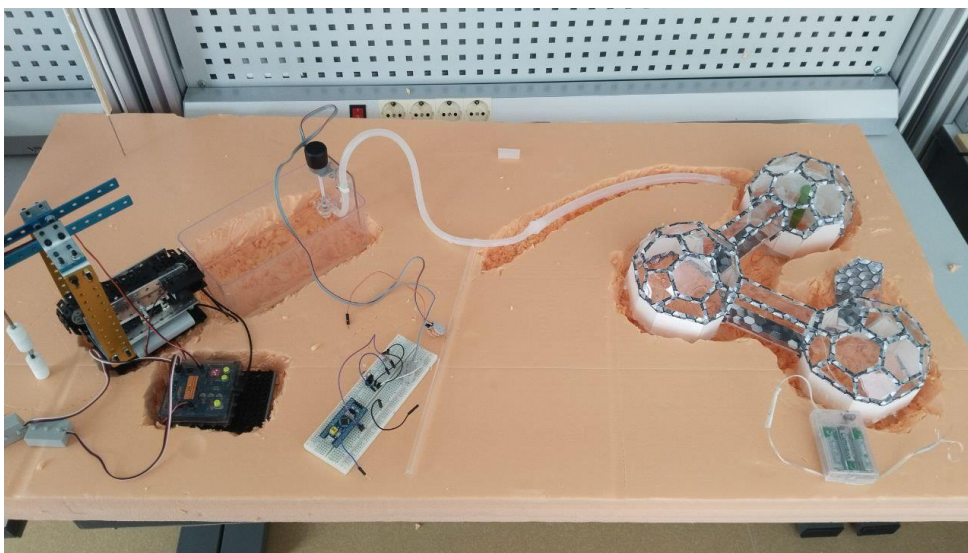


Рис. 14. Начало работы по изготовлению посадочных мест для элементов макета



Рис. 15. Удалённый материал

Готовый вариант подложки был окрашен в серый цвет, высушен феном. Далее на подложку была нанесена клеевая основа и песок для моделирования лунного реголита. Для этих целей также был приобретён специальный серый сыпучий состав «песок для моделирования». Удалённый материал был также окрашен кистевым методом, наиболее труднодоступные места окрашивались с помощью серой аэрозольной краски (рис. 16).

Фрагмент финального результата работы по декорированию основы макета представлен на рис. 17.



Рис. 16. Нанесение клеевой основы



Рис. 17. Итоговый вариант декорированного ландшафта

БУРОВАЯ СТАНЦИЯ

Многочисленные технологии добычи ископаемых на Луне методом бурения разработаны ещё в XX веке. На данный момент инженерные изыскания в этом направлении продолжаются. Интересными являются следующие проекты [7]:

- Советская автоматическая межпланетная станция «Луна-16» в сентябре 1970 года осуществила первый в мире автоматический забор лунного грунта и отправила домой 101 грамм материала, взятого с глубины 35 сантиметров.
- Космическая станция «Луна-23» с буровой установкой ЛБО9 стартовала на Луну в 1974 году. Экспедиция оказалась неудачной: из-за неровности поверхности станция при посадке опрокинулась, осуществить бурение не удалось.
- В августе 1976 года на Луну стартовала космическая станция «Луна-24». Она успешно пробурила скважину на глубину 2,25 метра и взяла колонку грунта длиной 1,6 метра. Грунт был забран без нарушения залегания слоёв. Станция успешно стартовала с поверхности Луны, контейнер был доставлен на Землю.
- Бур TRIDENT. Входит в состав эксперимента PRIME-1 NASA, который направлен на изучение подповерхностных ресурсов Луны и анализ состава лунного грунта. Бур способен проникать в лунную поверхность на глубину до 1 метра.
- Буровые установки проекта Geofpro moon. Представлены три серии: лёгкая (глубина бурения до 16 метров), средняя (самоходная буровая установка с глубиной бурения до 30 метров) и тяжёлая (стационарная буровая установка с глубиной бурения до 100 метров).

Концепция буровой установки для макета разработана совместно с объединением дополнительного образования «Робототехника» ГБОУ ИТШ № 777. В основе разработки оборудование конструктора «РОБОТРЕК».

Выполненная система включает (рис. 18):

- пульт управления моторами бура и конвейерной подачи;
- программируемую плату (рис. 19);
- электропитание от батарей АА;
- конструкция буровой фермы и ленты конвейера, оснащённой зубчатой передачей с силовым коэффициентом.

Пульт управления размещён в передней части макета.

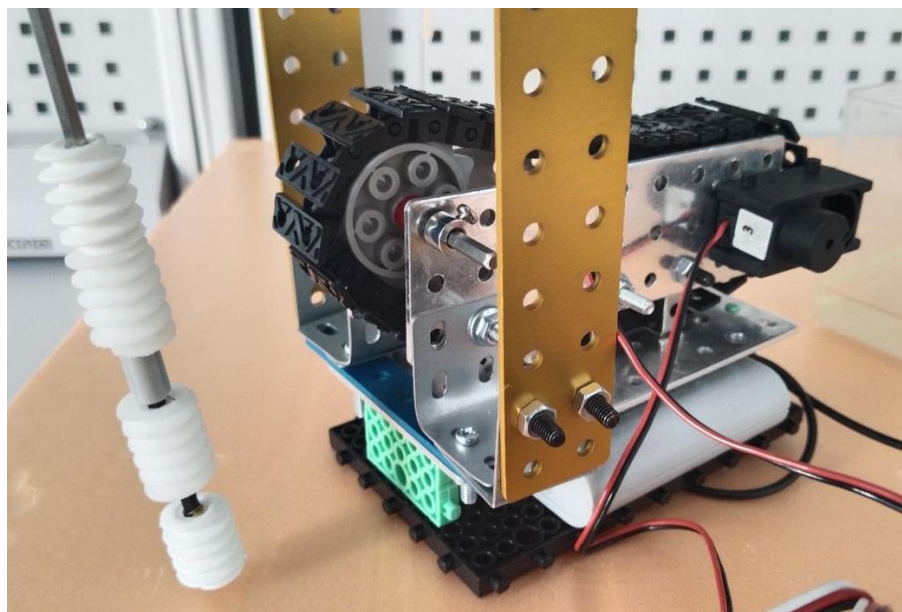


Рис. 18. Модель буровой станции

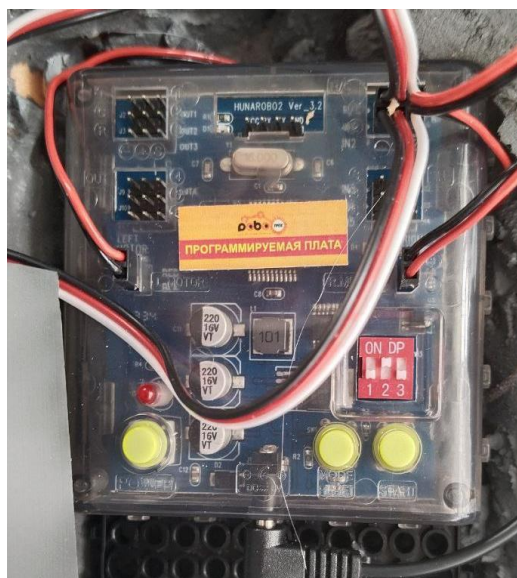


Рис. 19. Программируемая плата буровой станции

Конструкция буровой установки, как и пульт управления размещены в специально размеченном углублении, декорированы каменистым рельефом (рис. 20).

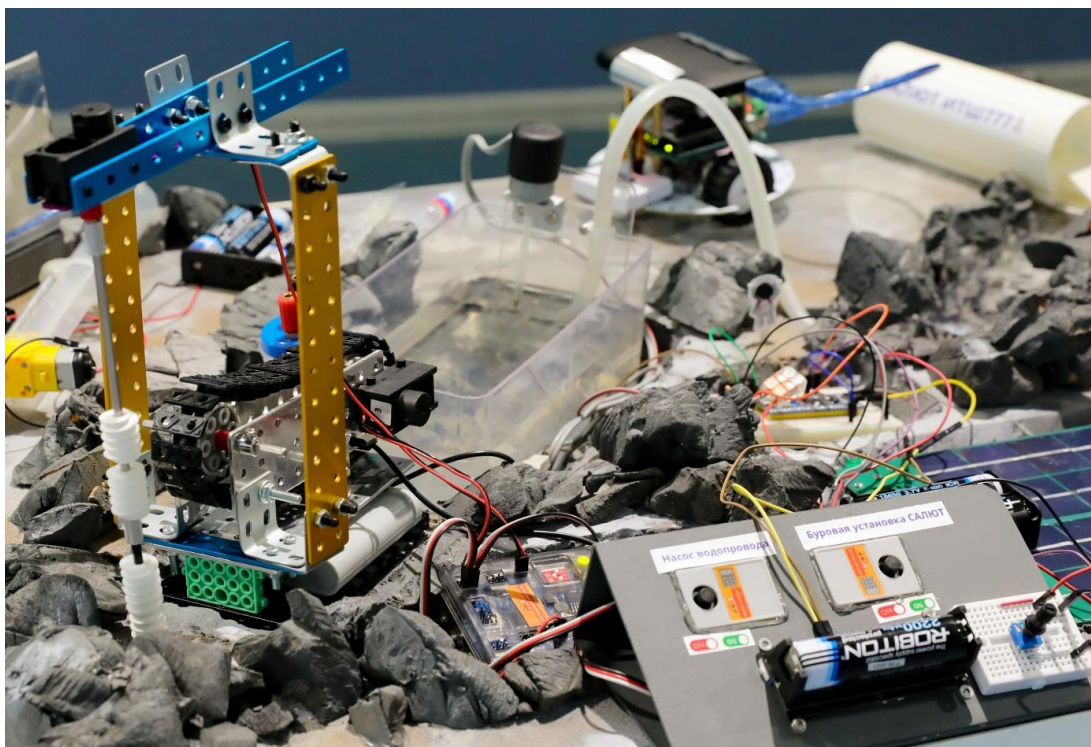


Рис. 20. Финальный вариант размещения буровой станции на макете

ЛУННАЯ АГРОБИОЛАБОРАТОРИЯ С СИСТЕМОЙ ТРУБОПРОВОДА

Выращивание растений в лунном реголите в условиях воздействия космической радиации, пониженной гравитации и искусственной аэрации — нетривиальная задача. Однако, как показывают проведённые исследования [5], это возможно.

В рамках исследования учёные использовали образцы грунта, собранные во время миссий «Аполлона-11» на Луну в 1969 году. На данный момент это первый случай, когда растения проросли в почве с другого небесного тела. Ожидается, что исследование может заложить основу для выращивания растений на Луне, теоретически это возможно — нужно снабжать их кислородом и питательными веществами. Вместе с тем эксперимент показал, что такой процесс является стрессовым для растений, а значит требует тщательной подготовки и контроля.

В рамках работы над макетом выбраны следующие элементы модели агrobiолаборатории:

- метеостанция с индикатором температуры и влажности с выводом на LCD-экран от Arduino-Nano;
- микрозелень в капсулах;
- распылитель для полива с подводом воды (трубки капельницы);

- светодиоды (имитация ультрафиолетовых ламп);
- корпус с прозрачной крышей (напечатан на 3D или изготовлен из пластика).

Метеостанция создана с помощью оборудования набора «Метеостанция для экспериментов с контроллером Arduino». Компоненты электрической схемы:

- плата прототипирования Arduino nano;
- RGB-светодиод;
- LCD-экран;
- модуль часов DS1302;
- датчик влажности DHT11;
- провода;
- резисторы 220 Ом.

Порядок подключения (рис. 21):

- 1) Выводы LCD экрана GND, VCC, SDA, SCL подключаем к выводам GND, 5V, A4, A5 Arduino соответственно.
- 2) Выводы часов DS1302 VCC, CLK, DAT, RST подключаем к выводам GND, D2, D3, D4 Arduino соответственно.
- 3) Выводы датчика DHT11 VCC, DATA, GND подключаем к выводам 5V, D10, GND соответственно.
- 4) Подключаем длинную ножку светодиода к выводу GND, а ножки, зажигающие красный, синий и зелёный свет (рис. 22), к выводам D6, D9 и D11 соответственно.

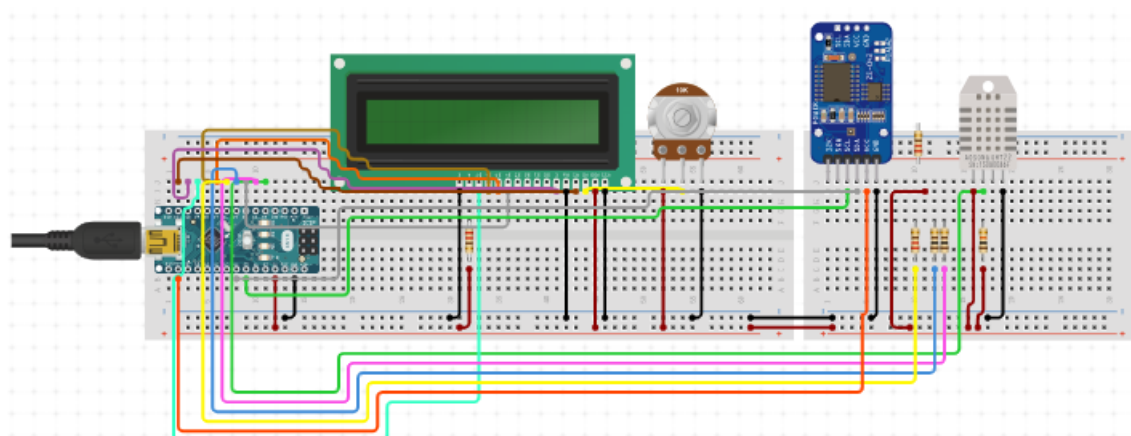


Рис. 21. Схема подключения компонентов метеостанции, выполненная в приложении Circuit.io

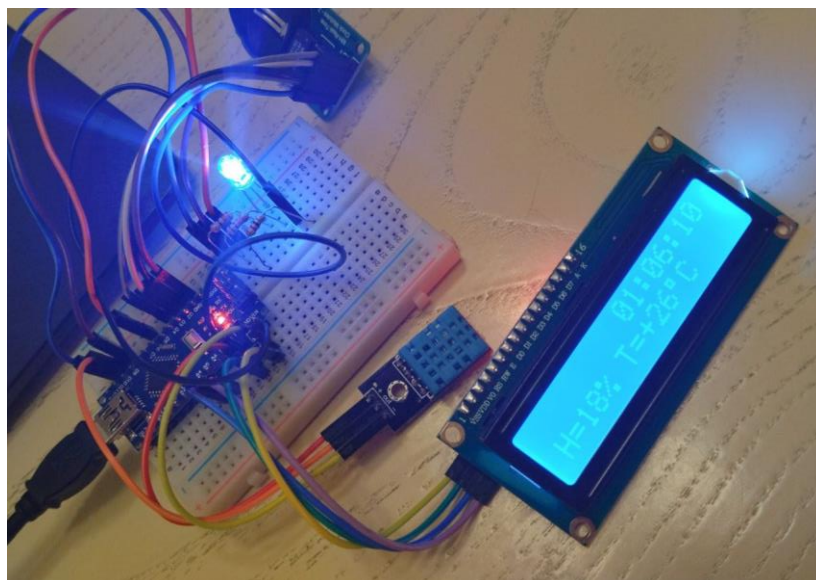


Рис. 22. Собранная электрическая схема метеостанции

Программный скетч управления написан в среде Arduino IDE и приведён в приложении 1 к проекту.

Корпус агробиолаборатории создан путём склейки пятиугольных пластиковых секций горячим клеем. Система полива микрозелени реализована путём сочленения мини-флаконов между собой с протягиванием через них трубки капельницы. В трубке шилом были сделаны отверстия для выхода воды (рис. 23). Подвод воды осуществлялся через трубку системы трубопровода (рис. 24) с пластиковым штуцером соответствующего диаметра на торце.



Рис. 23. Разработанное нами устройство системы полива

Нагнетание воды осуществляется насосом погружного типа. Этот элемент макета было решено оснастить системой подачи воды от демонстрационного набора «Гидростатика» кабинета физики.

Основу водопровода составляет резиновая трубка, подключённая к выводу насоса, приводимого в движение моторчиком, который установлен на пластиковой оправе, опора опирается на стенку резервуара (рис. 25).



Рис. 24. Размещение элементов на макете в процессе декорирования

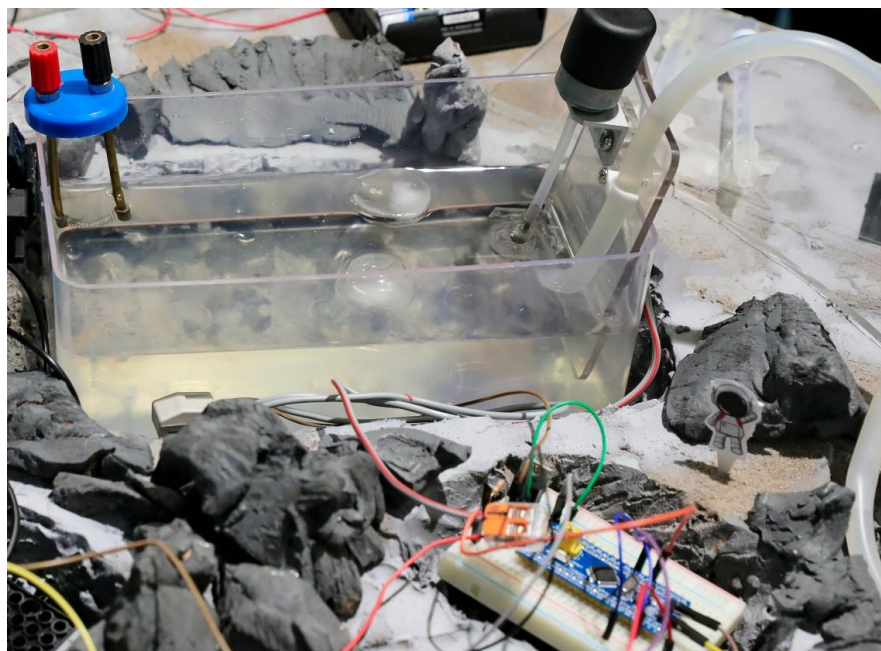


Рис. 25. Резервуар с водой, нагревательный элемент, погружной насос с отводящей трубкой, схема MOSFET-ключа на макетной плате

Управление насосом осуществляется по схеме с MOSFET-транзистором при помощи потенциометра, подведённого к плате микроконтроллера Bluepill

STM32 (рис. 26). Программный скетч приведён в приложении 4. Потенциометр выведен на панель управления. Питание производится от батарейного отсека 3АА.

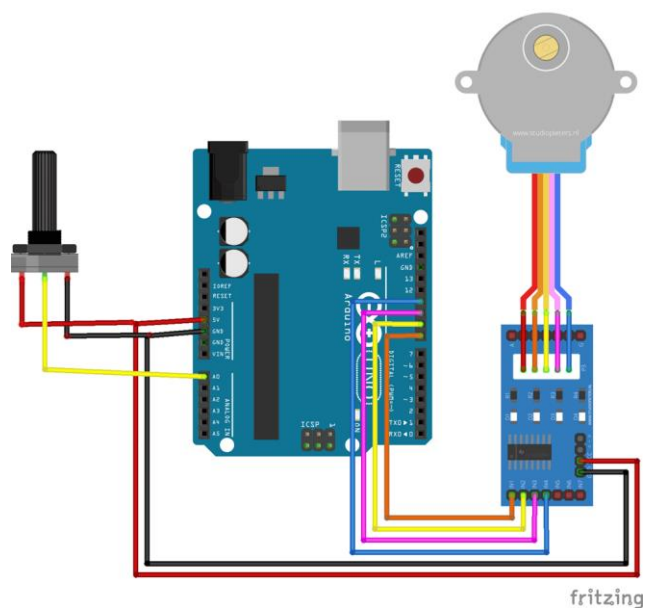


Рис. 26. Схема подключения управления мотором на примере платы Arduino Uno

Вдоль купола конструкции модели агролаборатории была проведена светодиодная подсветка (рис. 28), управление включением подсветки выведено на панель управления макетом путём пайки к трёхпозиционному переключателю. На эту панель также выведен дисплей метеостанции и зафиксирован винтами (рис. 27).



Рис. 27. Панель управления стендом с солнечными панелями, метеостанцией и освещением модели агробиолаборатории

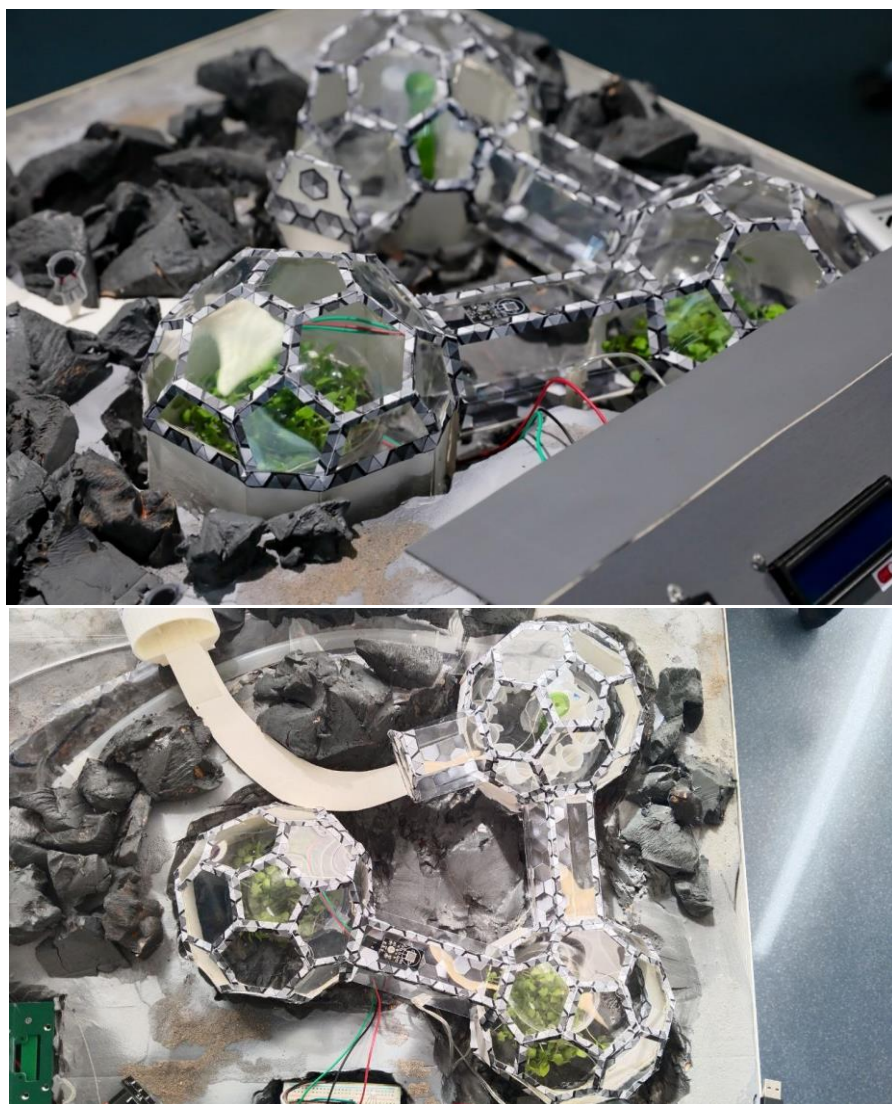


Рис. 28. Итоговый вариант исполнения агробиолaborатории

ЛУННЫЙ РОВЕР

Лунный ровер может выполнять различные задачи, связанные с исследованием лунной поверхности. Вот некоторые из них:

- сбор образцов грунта;
- изучение уровня света для определения возможности астрономических наблюдений с Луны;
- проведение экспериментов с лазерным дальномером, наблюдение за солнечными рентгеновскими лучами, измерение локальных магнитных полей;
- изучение состава лунного реголита и почвы в определённых районах;
- изучение магнитных аномалий;
- исследование поверхности и недр Луны в труднодоступных местах;

- дозаправка других космических аппаратов на лунной поверхности. Например, аппарат Mobile Power Rover (MPR) может генерировать электроэнергию от солнечных батарей и передавать её через беспроводную зарядку другим транспортным средствам.

Идея создания лунного ровера возникла ещё в 1964 году, когда шла подготовка к лунной программе NASA. Первой идеей было создание закрытого фургона с экипажем из двух человек. Это был крупный автомобиль массой около трёх тонн. В нём два астронавта могли не только работать, но и жить в течение двух недель.

Однако для доставки такого автомобиля на Луну требовался отдельный полёт ракеты-носителя, что означало миллиарды лишних затрат. В NASA поняли, что они не могут потянуть такие расходы, и проект был закрыт.

11 июля 1969 года было утверждено техническое задание на создание Лунного Автомобиля (Lunar Rover Vehicle, LRV). Основными контракторами проекта выступили Boeing и General Motors. GM разрабатывал все «автомобильные» компоненты аппарата: колёса, двигатели, подвеску, раму, систему управления. Boeing же отвечал за навигационную систему и электронику.

Впервые луноход оказался на Луне в ходе миссии «Аполлон-15» 31 июля 1971 года. Астронавты Дейв Скотт и Джим Ирвин аккуратно опустили ровер на поверхность, попутно проверяя работоспособность всех узлов, затем автоматически развернулись колёса. После этого астронавтам оставалось лишь смонтировать сиденья экипажа [8].

Для макета авторами проекта изготовлена роботизированная платформа с двумя мотор-редукторами, двухканальной платой расширения для Arduino UNO на основе драйвера L298P (рис. 29), платформа оснащена Bluetooth модулем для дистанционного управления. Питание к микроконтроллеру и моторам подведено от портативного Powerbank, закреплённого в металлических зажимах.

Силовой модуль управления двигателями для микроконтроллеров серии Arduino предназначен для упрощения разработки моторизированных и робототехнических устройств. Микросхема L298 позволяет управлять двумя 7–12 В электродвигателями постоянного тока с максимальным током нагрузки 2 А по схеме Н-моста и поддерживает ШИМ управление скоростью.

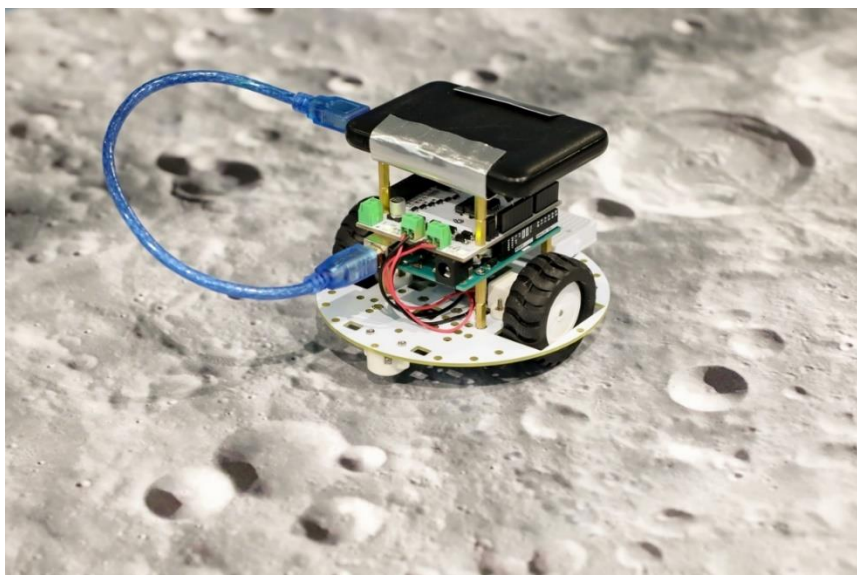


Рис. 29. Изготовленный лунный ровер на стилизованной лунной поверхности

Написанный автором проекта программный скетч управления ровером представлен в приложении 2. Подача обозначенных команд может также осуществляться с помощью мобильного приложения с Bluetooth-передатчиком.

СТАРТОВЫЙ КОМПЛЕКС

В процессе разработки макета возникли существенные трудности по реализации электролизующей установки, моделирующей процесс получения водорода для изготовления топлива дозаправляемых ракет (рис. 30). Выход газа по итогам проведённых опытов был крайне незначительным, что оказалось недостаточным в контексте планируемых образовательных целей проекта. Учителем химии было предложено использовать едкий натрий для интенсификации реакции разложения воды под действие электрического тока, однако от этой идеи пришлось отказаться по соображениям безопасности. В итоге идею размещения в макете электролизующей установки принято решения оставить на этап возможного дальнейшего развития данного проекта.

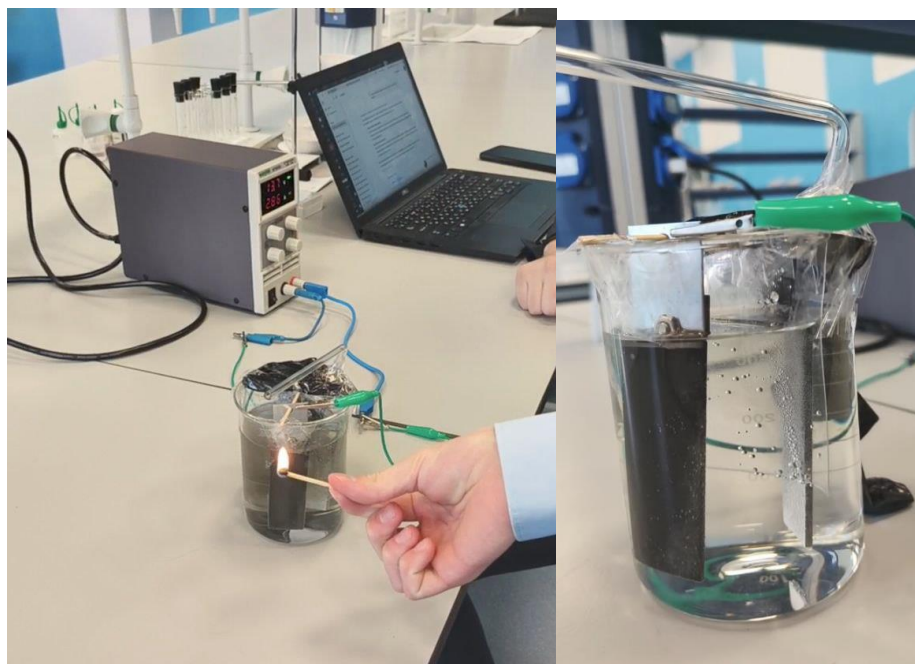


Рис. 30. Попытки реализации установки получения водорода в ходе электролиза воды

Вместе с тем было принято решение выполнить установку стартового комплекса по схеме пуска водовоздушных ракет. Такая схема позволяет продемонстрировать принцип реактивной тяги, процесс вертикализации ракеты и её заправку под давлением.

Основой для моделирования ракет в процессе создания модели стартового комплекса были выбраны пипетки Пастера, которые обладают рядом преимуществ в сравнение с пластиковыми флаконами или бутылками:

- имеют малую массу;
- изготавливаются из мягкого проминающегося пальцами пластика, позволяющего набирать порцию воды внутрь простым погружением;
- имеют небольшой размер и вместительность, соответствующую элементам макета.

Система нагнетания была выполнена при помощи мотор-редуктора, управляемого с помощью драйвера мотором L298N, питание производится от батарейного отсека 3АА с литиево-ионными аккумуляторами Robiton 14500. Поршень шприца вместимостью 30 мл был наклеен на корпус мотора, в ушке корпуса шприца было пропаяно отверстие для хода длинного винта. Также в ушке была с помощью горячего клея размещена гайка соответствующего диаметра для передачи поступательного движения поршня при вращении оси мотора (рис. 31).

Создаваемое в пипетке давление воздуха при условии герметичности, а также наличия воды, заполняющей её на 30 %, оценивается в 6 атмосфер. Пробные пуски не позволили осуществить пуск ракет, поскольку конструкция не выдерживала передаваемые усилия, разрывался узел, соединённый горячим клеем. Дальнейшее усовершенствование системы крепления позволило решить эту проблему. Для этого шляпка винта была сточена для надёжной посадки на вал мотора.

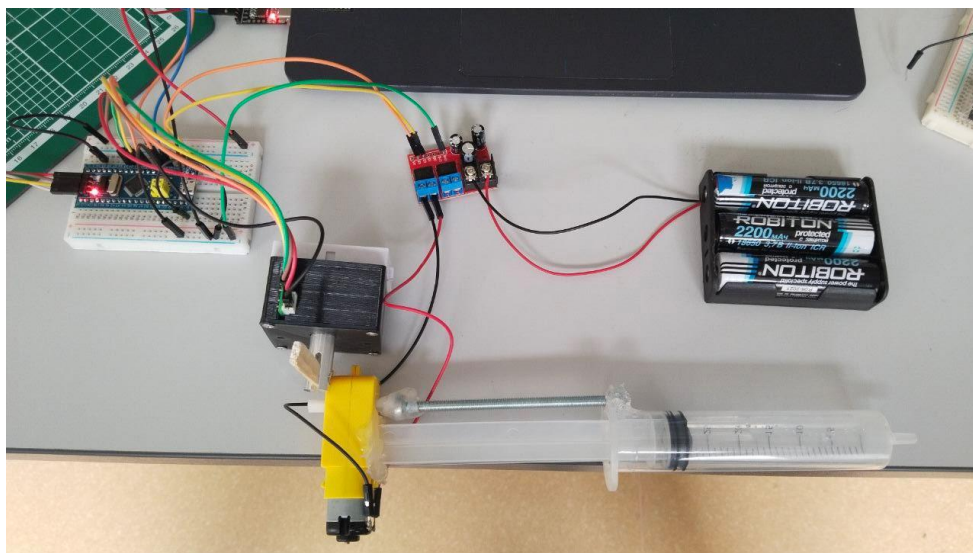


Рис. 31. Система стартового комплекса в сборе



Рис. 32. Стартовый комплекс, размещённый на макете. Электронные компоненты размещены в коробке с прозрачным окошком для контроля

Вертикализация системы нагнетания (рис. 32) вместе с моделью ракеты в макете осуществляется шаговым мотором из набора спутникостроения Introsat по заданному углу, вводимому в мониторе порта. Крепление шагового мотора к основе макета принято решения выполнить с помощью двух металлических стержней, приклеенных к корпусу двигателя.

Управление шаговым мотором и мотор-редуктором системы нагнетания осуществляется дистанционно в приложении Bluetooth Electronics (рис. 33). Программный скетч управления приведён в приложении 4.

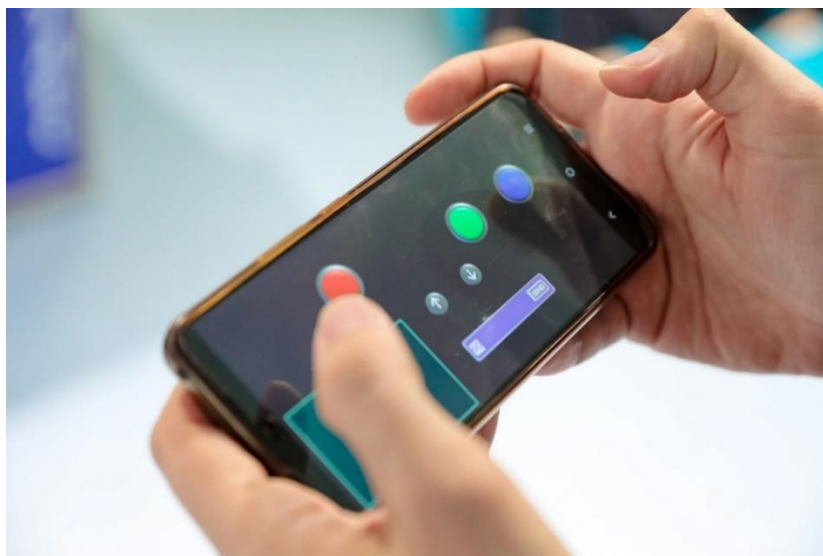


Рис. 33. Панель дистанционного управления стартовым комплексом, выполненная в приложении Bluetooth Electronics

ЭНЕРГОПИТАНИЕ ОТ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

Некоторые преимущества использования солнечной энергии на лунной базе:

- Высокая эффективность. На Луне нет атмосферы и погодных явлений, поэтому энергию можно вырабатывать почти круглосуточно и с большим коэффициентом эффективности.
- Возможность использовать местные материалы. Большая часть солнечных батарей может быть построена из местных материалов, вместо земных ресурсов, что значительно снижает массу и расходы.
- Снижение затрат на запуск. Это возможно благодаря меньшей гравитации, а модули для станции могут быть сделаны так, чтобы они собирались самостоятельно, снижая трудозатраты.

Однако у использования солнечной энергии на лунной базе есть и недостатки: лунные ночи продолжаются 14 земных суток, поэтому для обеспечения постоянной подачи электроэнергии в это время потребуются значительные мощности по хранению энергии или использование других источников.

В нашем макете реализована исключительная демонстрационная версия энергоснабжения от солнечных батарей, она не подключена к системам макета по причине малой мощности питания. Тем не менее в системе реализован вывод значений создаваемой панелями ЭДС на мультиметре, позволяющий проводить демонстрацию принципа её работы в различных режимах освещения. Это соответствует образовательным целям проекта.

Дисплей мультиметра размещён на индикационной панели. Солнечные панели являются частью набора спутникостроения Introsat. Осуществлено параллельное включение двух батарей в единый коннектор (рис. 34).

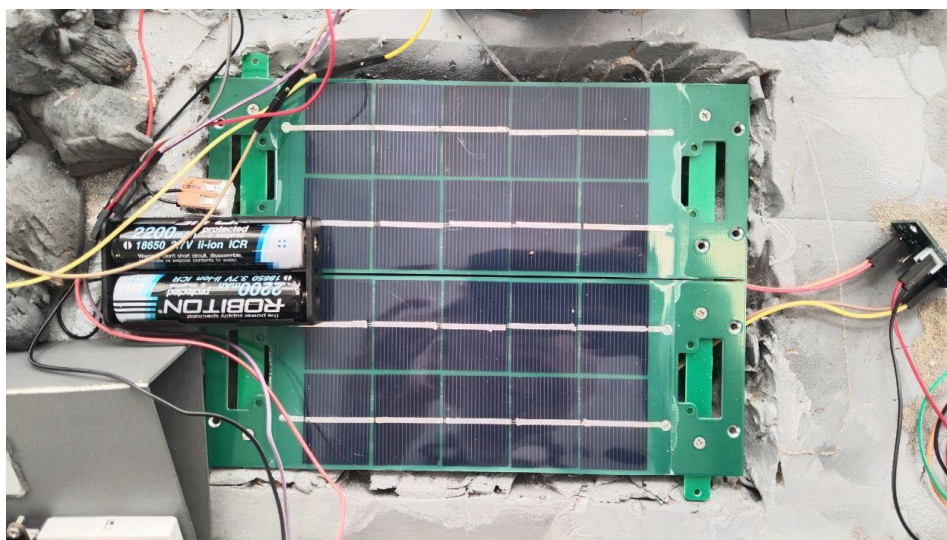


Рис. 34. Модель системы энергоснабжения от солнечных панелей

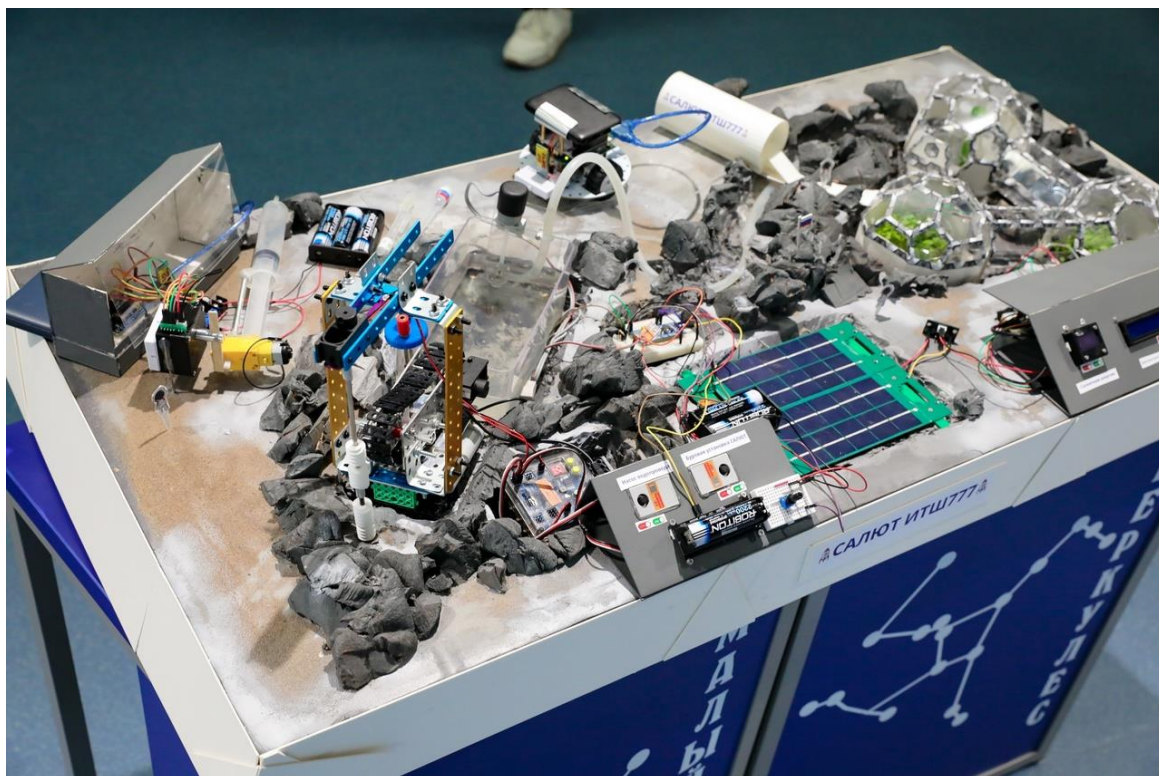


Рис. 35. Финальный вариант макета

Раздел 3. Разработка методических материалов по работе с макетом

В целях демонстрации образовательных возможностей макета (рис. 35) было разработано интегрированное открытое занятие кружка «Спутникостроение» ЦДОД «Лахта-Полис» и занятия внеурочной деятельности «Мой первый проект» начальной школы. К этому времени младшеклассниками уже изучена тема «Компьютер как техническое устройство для работы с информацией», учащиеся знакомы с базовыми понятиями «монитор», «системный блок», «компьютерная мышь», «клавиатура», а также с назначением данных компонентов.

Разработанный урок развивает представления учащихся о методах обработки и преобразования информации уже с позиции микроэлектроники, компьютеризированных систем, внедряемых как в бытовые приборы, так и в сложные технические системы. Далее приведена технологическая карта разработанного занятия.

Тема занятия: «Микроконтроллеры на Земле и в космосе».

Цель: познакомить учащихся с ролью микроконтроллеров в современной электронной технике, продемонстрировать работу микроконтроллеров на примере компонентов интерактивного макета лунной базы.

Занятие проводят:

- 1) педагог дополнительного образования Унгаров Роман Евгеньевич;
- 2) классный руководитель класса 2.1 Бик Алевтина Фёдоровна.

Класс: 2.1

Лаборанты: учащиеся объединения «Спутникостроение» Мельников Е., Филиппов А., Иванов И. (класс 10.3).

План занятия:

1. Актуализация знаний и повторение ранее изученного материала.
2. Рассказ об устройстве и назначении микроконтроллеров. Рассказ о видах микроконтроллеров в быту и производстве.
3. Выполнение заданий на закрепление изученного материала о микроконтроллерах.
4. Обзор и обоснование важности компьютерной техники и микроконтроллеров в космической инженерии.
5. Краткий рассказ о существующих идеях строительства лунной базы.
6. Описание и демонстрация работы микроконтроллеров на примере систем макета лунной базы.

7. Выполнение задания по работе с интерактивным макетом.
8. Подведение итогов и рефлексия.

Формы работы: фронтальная, групповая работа.

Методы обучения: эвристическая беседа, деятельностный подход, кейс-метод, проблемное обучение.

Материалы и ресурсы: интерактивный макет лунной базы «САЛЮТ ИТШ № 777», карточки «виды микроконтроллеров», «датчики», «исполнительные устройства», набор оборудования для демонстрации — платы Arduino Uno, pro micro, STM32 Blue Pill, датчик влажности, датчик расстояния, LCD-дисплей, сервомоторы.

Ход занятия:

Этап	Что делают старшие учащиеся и педагоги	Что делают младшие
1. Приветствие и актуализация знаний. Краткий опрос о принципах работы компьютера и электронных устройств: смартфона, телевизора, электронных систем автомобиля и т. д.	Задают вопросы о том, что называют датчиками, исполнительными устройствами, источниками тока и т. д., какими они бывают; что такое электрическая цепь, что в неё включается.	Отвечают на вопросы, зарабатывают карточки с микроконтроллерами за правильные ответы. Рассказывают, что знают об устройстве компьютера и его основных частях, о принципе работы.
2. Постановка учебной задачи. Переход к теме микроконтроллеров как основного компонента электронных устройств — микрокомпьютера. Назначение, принцип работы, устройство.	Рассказывают об устройстве микроконтроллеров по слайду. Проводят параллель электронных систем с мозгом человека, его органами чувств, внутренними органами и опорно-двигательным аппаратом в режиме эвристической беседы.	Слушают, участвуют в беседе, отвечают на вопросы, зарабатывают карточки с изображением различных электронных компонентов за активное участие и правильные ответы на вопросы.

3. Практическая часть и закрепление. Переход к теме космической инженерии. а) Демонстрация работы буровой станции.	Выступление старших учащихся: «Совсем недавно прошла неделя космонавтики. В это время мы готовили на конкурс макет лунной базы. Здесь есть микроконтроллеры и другие электронные устройства. Как думаете, как системы лунной базы мы предусмотрели в макете?». Решение кейса об условиях на Луне, о добыче водяного льда на южном полюсе, об экспериментах по выращиванию растений, лунном ровере, станции заправки ракет и производства топлива и т. д.	Слушают, участвуют в беседе, предлагают варианты оборудования на лунную базу, рассказывают, что знают об условиях на Луне: малая гравитация, нет атмосферы, перепады температур, реголит и т. п. Предлагают, как использовать добытый лёд на станции. Смотрят демонстрацию работы добытчика льда, конвейера, транспортирующего лёд в ёмкость.
б) Демонстрация работы системы прокачки воды в жилой модуль и оранжерею, управляемой с помощью микроконтроллера. Демонстрация работы метеостанции и оранжереи.	Задают вопросы о том, куда дальше и как поступает вода, что с ней должно происходить. Включают подачу воды насосом и регулируют потенциометром мощность насоса. Объясняют принцип работы метеостанции, демонстрируют показания на дисплее. Включают освещение оранжереи.	Отвечают на вопросы, говорят свои предположения о назначении воды и о её переработке. Размышляют о том, можно ли вырастить растения на Луне; какие условия нужны для этого; можно ли использовать эту воду для топлива и как.
в) Демонстрация системы питания. Рассказ о солнечных батареях как об основном источнике энергии.	Спрашивают, откуда берётся энергия на станции для насоса и работы освещения; какие ещё кроме солнечных батарей можно придумать.	Отвечают на вопросы, предполагают, получают карточки с солнечными панелями, ядерным реактором, батарейками и т. п.

г) Демонстрация работы ровера и стартового комплекса.	Одной из задач базы на Луне является дозаправка ракет для дальних миссий. Как отправлять ракеты с Луны? Как вообще работает ракета? Как управлять пуском? Зачем в этой части макета микроконтроллер? Заправляют ракету водой и выставляют на автоматическую подачу воздуха под давлением. Объясняют принцип появления реактивной тяги с помощью шприца Жане и модели ракеты в основе из пластикового флакона.	Рассматривают модели ракет, передают друг другу. Отвечают на вопросы. Смотрят, как старшие ученики управляют ровером и системой пуска ракет с помощью приложения на смартфоне.
4. Подведение итогов, рефлексия, ответы на вопросы. Рассмотрение макета вблизи. Интерактивные задания группам	Приглашают посмотреть макет вблизи. Приводят положения техники безопасности при работе с макетом. Передают управление системами макета тем, кто наиболее активно работал на уроке.	Выход групп для рассмотрения макета. Управление лунным ровером, подачей воды, системой запуска ракеты, контроль работы солнечных панелей, обсуждение изменения показания силы тока и напряжения при изменении освещения. Управление станцией бурения и моторами стартового комплекса.

Раздел 4. Представление готового продукта и анализ выполненной работы

По итогам урока были выполнены все задачи, указанные в технологической карте выше.

Несмотря на то, что материал урока был адаптирован для освоения учащимися начальной школы, он содержал сложные для осмысления понятия, такие как «оперативная память», «устройства ввода/вывода», «тактовая частота» и другие. Более подробный разбор этих терминов будет осуществлён в старших классах. На текущей ступени обучения речь о них шла исключительно в контексте конкретного применения и демонстрации работы всей электронной системы в целом, поэтому представление данного материала может рассматриваться как пропедевтика и в некоторых моментах как опережающее обучение.

По результатам проведённой рефлексии, значительная часть ребят оценивают свою и групповую работу на занятии выше среднего. Отзывы присутствующих на открытом уроке педагогов также свидетельствуют о высоком уровне образовательного результата занятия. Ниже приведены фотографии с ключевыми моментами занятия (фото 1 — фото 8). Новость опубликована по ссылке: https://vk.com/wall-183847657_22620.



Фото 1. Старт занятия. Обучающиеся объединения «Спутникостроение» и педагог-наставник Унгаров Р. Е.



Фото 2. Анонс целей и задач занятия



Фото 3. Актуализация знаний. Повторение изученного материала



Фото 4. Изучение нового материала



Фото 5. Демонстрация работы с макетом. Обсуждение принципов работы систем макета



Фото 6. Демонстрация принципа реактивной тяги от сжатого воздуха



Фото 7. Индивидуальные задания по работе с макетом



Фото 8. Интерактивные задания по группам и рефлексия

Заключение

Проект «Макет лунной базы «Салют ИТШ №777» — уникальная для нашей школы работа, она выполнена в рамках финала Всероссийского конкурса «Космический турнир» среди космоклассов в номинации «Лучший педагог/наставник космокласса». Этот проект позволил объединил усилия не только обучающихся отделения «Спутникостроения» под руководством наставника-педагога Унгаров Р.Е., но и других отделений дополнительного образования и предметной деятельности, что является значительным достижением в контексте реализации междисциплинарного и интегрирующего подхода к обучению по программе космоклассов.

Организация наставнической деятельности старшеклассников в отношении учащихся начальной школы в ходе подготовки и презентации готового продукта в форме открытого урока также здесь обладает методической новизной и мощным образовательным потенциалом. Она потребовала слаженной работы коллектива обучающихся и их педагога в достижении всех поставленных образовательных целей разработки. Работа над проектом также выявила важность содействия представителей администрации школы на всех этапах разработки, важную роль организационного и методического сопровождения в достижении поставленной цели.

Продукт проектной деятельности в дальнейшем может быть усовершенствован и другими системами, получить развитие в проектных работах учащихся не только нашего объединения, но и других кружков и урочных дисциплин. Есть уверенность в том, что данная работа способна вдохновить других педагогов к генерации ещё более масштабных проектов и смелых идей, а также способствовать дальнейшему углублению связей и коммуникации между обучающимися, обмену опытом и реализации совместных проектов.

Несмотря на очевидные трудности, возникающие по ходу выполнения работы, все заявленные задачи были выполнены. Анализ результата указал на необходимые направления совершенствования организационной и методической составляющей в будущих проектах нашего объединения, групповая рефлексия обучающихся, задействованных в проекте, выявила как наиболее сильные стороны проделанной работы, там и моменты, требующие отдельного внимания, среди которых можно выделить чёткое соответствие установленным хронологическим рамкам выполнения работы и календарному плану, чтобы представить результат в соответствии с отведённым сроком, необходимость детального описания решаемых задач по ходу их выполнения,

а также разработку более эффективных средств коммуникации в ходе работы, таких как онлайн-документация и облачные хранилища.

Считаем, что результат нашей работы можно транслировать и на других площадках, где она, вероятно, сможет вызвать такой же неподдельный интерес, как и у наших младшеклассников, не только среди учащихся, но и у педагогов-наставников, реализующих программы инженерно-технического профиля, способствовать популяризации ракетно-космической отрасли, стимулировать школьников к развитию инженерно-технических навыков и профориентации в направлении ракетно-космической промышленности.

Источники информации

1. Мержанов А. И. Лунная база «Барминград». Проект, опередивший время // Воздушно-космическая сфера. — 2018. — № 2 (95). — С. 108–117.
2. Бобылев С. Над созданием лунной станции с РФ и КНР будут работать 13 стран // ТАСС : [сайт]. — 2025. — 29 апр. — URL: www.tass.ru/kosmos/23811019 (дата обращения: 29.04.2025).
3. Дубков А. «Роскосмос» ставит на Луну // Коммерсантъ : [сайт]. — 2025. — 29 апр. — URL: www.kommersant.ru/doc/7693476 (дата обращения: 29.04.2025).
4. Резка пенопласта // Автомобильная социальная сеть drive2.ru : [сайт]. — 2017. — 24 авг. — URL: www.drive2.ru/b/481303519551292127 (дата обращения: 04.04.2025).
5. Paul A.-L., Elardo S. M., Ferl R. Plants grown in Apollo lunar regolith present stress-associated transcriptomes that inform prospects for lunar exploration. — DOI 10.1038/s42003-022-03334-8 // Communications Biology. — 2022. — № 5. — Art. 382. — URL: <https://www.nature.com/articles/s42003-022-03334-8> (дата обращения: 04.04.2025).
6. NASA выбрало место посадки лунной буровой установки // Космическая лента : [сайт]. — 2021. — 5 нояб. — URL: www.kosmolenta.com/index.php/1829-2021-11-05-nova-prime (дата обращения: 04.04.2025).
7. Бурение высоты // За кадры : газета НИ ТПУ. — 2014. — 11 апр. (№ 6). — URL: www.za-kadry.tpu.ru/article/298/7921.htm (дата обращения: 04.04.2025).
8. История создания лунного ровера // Сообщество «Хабр» : [сайт]. — 2013. — 10 авг. — URL: www.habr.com/ru/articles/189664 (дата обращения: 04.04.2025).

Приложения

Приложение 1. Листинг программного скетча метеостанции.

```
#include <LiquidCrystal.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include <DS1302.h>
#include "DHT.h"
#define DHTPIN 10

DHT dht (DHTPIN, DHT11);
int kCePin = 4;
int kIoPin = 3;
int kSclkPin = 2;
int REDpin = 9;
int GREENpin = 6;
int BLUEpin = 11;

DS1302 rtc(kCePin, kIoPin, kSclkPin);
Time t;

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
// 0x20..0x27 Adress
unsigned long memTime;
int bzzPin = 9;

void HumTempRead(){
    float hum = dht.readHumidity();
    float temp = dht.readTemperature();
```

```

if (isnan(hum) || isnan(temp)) {
    Serial.println("Failed to read from DHT sensor!");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("H=--% T=---");
    lcd.setCursor(11, 1);
    lcd.print((char)223);
    lcd.setCursor(12, 1);
    lcd.print("C ");
} else {
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("H=");
    lcd.setCursor(2, 1);
    lcd.print(hum);
    lcd.setCursor(4, 1);
    lcd.print("% T=+");
    lcd.setCursor(9, 1);
    lcd.print(temp);
    lcd.setCursor(11, 1);
    lcd.print((char)223);
    lcd.setCursor(12, 1);
    lcd.print("C ");
}
}

void setup_bzz(){
    pinMode(bzzPin, OUTPUT);
}

void bzz(int _bzzTime){
    tone(bzzPin, 2093, _bzzTime);}

void setup(){

```

```

rtc.halt(false);
rtc.writeProtect(false);
Serial.begin(9600);
dht.begin();
setup_bzz();
bzz(100);
rtc.setDOW(SUNDAY);
rtc.setTime(1, 5, 0);
rtc.setDate(6, 4, 2025);
//rtcSetTime(0, 50, 0);
lcd.init();
lcd.backlight();
lcd.home();
lcd.setCursor(0, 0);
}
void loop(){
    t = rtc.getTime();
    if (t.hour < 10){
        lcd.setCursor(8, 0);
        lcd.print("0");
        lcd.setCursor(9, 0);
    } else {
        lcd.setCursor(8, 0);}
    lcd.print(t.hour);
    lcd.setCursor(10, 0);
    lcd.print(":");
    if (t.min < 10){
        lcd.setCursor(11, 0);
        lcd.print("0");
    }
}

```

```

    lcd.setCursor(12, 0);}
    else { lcd.setCursor(11, 0);}
    lcd.print(t.min);
    lcd.setCursor(13, 0);
    lcd.print(":");
    if (t.sec < 10){
        lcd.setCursor(14, 0);
        lcd.print("0");
        lcd.setCursor(15, 0);}
    else{ lcd.setCursor(14, 0);}
    lcd.print(t.sec);
    if ((millis() - memTime > 2000 ) or ( millis() < memTime)){
        //DHT11 1 time each 2 seconds
        HumTempRead();
        memTime = millis();
    }
    delay(100);
    {for(int value = 0 ; value <= 255; value +=1)
    {
        analogWrite(REDpin, value);
        analogWrite(GREENpin, 255-value);
        analogWrite(BLUEpin, 255);
        delay(30);
    }
    for(int value = 0 ; value <= 255; value +=1)
    { analogWrite(REDpin, 255);
        analogWrite(GREENpin, value);
        analogWrite(BLUEpin, 255 - value);
        delay(30);
    }

```

```

    }
    for(int value = 0 ; value <= 255; value +=1)
    {analogWrite(REDpin, 255 - value);
      analogWrite(GREENpin, 255);
      analogWrite(BLUEpin, value);
      delay(30);
    }
  }
}

```

Приложение 2. Листинг программного скетча управления ровером.

```

int val;

int leftDirPin = 4;
int leftSpeedPin = 5;
int rightDirPin = 7;
int rightSpeedPin = 6;
int runSpeed = 50;

void setupMotorShield() {
  pinMode(leftDirPin, OUTPUT);
  pinMode(leftSpeedPin, OUTPUT);
  pinMode(rightDirPin, OUTPUT);
  pinMode(rightSpeedPin, OUTPUT);
}

void go(){
  analogWrite(leftSpeedPin, runSpeed);
  analogWrite(rightSpeedPin, runSpeed);}

void stop(){
  analogWrite(leftSpeedPin, 0);
  analogWrite(rightSpeedPin, 0);
}

void goForward(){
  digitalWrite(leftDirPin, HIGH);

```

```

digitalWrite(rightDirPin, HIGH);
go();}

void turnRight(){
digitalWrite(leftDirPin, HIGH);
digitalWrite(rightDirPin, LOW);
go();
}

void turnLeft(){
digitalWrite(leftDirPin, LOW);
digitalWrite(rightDirPin, HIGH);
go();}

void setup(){
    setupMotorShield();
    Serial.begin(115200,SERIAL_8E1);
}

void loop(){
    if (Serial.available()) // проверяем, поступают ли какие-то команды
    { val = Serial.read();
    if (val == '1')
    {goForvard();
    }
    if (val == '2') {
        turnRight();
        delay(450);
    }
    if (val == '3')
    { turnLeft();
        delay(450);
    }
    if (val == '4')

```

```
{ stop(); }  
}}
```

Приложение 3. Листинг программного скетча управления работой насоса системы водоснабжения.

```
int led = PA1;  
int pin = PA3;  
  
void setup() {  
    // put your setup code here, to run once:  
    pinMode(led, OUTPUT);  
    pinMode(pin, INPUT);  
    Serial.begin(9600, SERIAL_8E1);  
}  
void loop() {  
    analogWrite(led, analogRead(pin)/4);  
    delay(10);  
}
```

Приложение 4. Листинг программного скетча управления системами стартового комплекса.

```
#include <IS_Bluetooth.h>  
#define i1 PB5  
#define i2 PB4  
#define i3 PB3  
#define i4 PA15  
//#define ena PB14  
#define d0 PB13  
#define d1 PB12
```

```

int pwm = 255;
int comm1;
int comm2;
void leftRot(int fi){
for (int r = 1; r <= ceil(fi * 52 / 36); r++){
    digitalWrite(i1, HIGH);
    digitalWrite(i2, HIGH);
    digitalWrite(i3, LOW);
    digitalWrite(i4, LOW);
    delay(10);
    digitalWrite(i1, LOW);
    digitalWrite(i2, HIGH);
    digitalWrite(i3, HIGH);
    digitalWrite(i4, LOW);
    delay(10);
    digitalWrite(i1, LOW);
    digitalWrite(i2, LOW);
    digitalWrite(i3, HIGH);
    digitalWrite(i4, HIGH);
    delay(10);
    digitalWrite(i1, HIGH);
    digitalWrite(i2, LOW);
    digitalWrite(i3, LOW);
    digitalWrite(i4, HIGH);
    delay(10);
}}
void rightRot(int fi){
for (int l = 1; l <= ceil(fi * 52 / 36); l++){

```

```

    digitalWrite(i1, HIGH);
    digitalWrite(i2, HIGH);
    digitalWrite(i3, LOW);
    digitalWrite(i4, LOW);
    delay(10);
    digitalWrite(i1, HIGH);
    digitalWrite(i2, LOW);
    digitalWrite(i3, LOW);
    digitalWrite(i4, HIGH);
    delay(10);
    digitalWrite(i1, LOW);
    digitalWrite(i2, LOW);
    digitalWrite(i3, HIGH);
    digitalWrite(i4, HIGH);
    delay(10);
    digitalWrite(i1, LOW);
    digitalWrite(i2, HIGH);
    digitalWrite(i3, HIGH);
    digitalWrite(i4, LOW);
    delay(10);
  }}

int angle = 0;

void setup() {
  pinMode(i1, OUTPUT);
  pinMode(i2, OUTPUT);
  pinMode(i3, OUTPUT);
  pinMode(i4, OUTPUT);
  //pinMode( ena, OUTPUT );
  pinMode( d0, OUTPUT );

```

```

pinMode( d1, OUTPUT );
pinMode(PC15, OUTPUT);
Serial.begin(115200, SERIAL_8E1);
delay(500);
}

void loop() {
    if (Serial.available()){
        char mess = Serial.read();
        delay(100);
        if(mess == 'b'){
            enter_bootloader();
        }
        else if(mess == 'm'){
            Serial.println("enter the angle:");
            while(!Serial.available());
            angle = Serial.parseInt();
            rightRot(angle);
            delay(100);
            Serial.println("rotation is done");
        }
        else if(mess == 'n'){
            Serial.println("enter the angle:");
            while(!Serial.available());
            angle = Serial.parseInt();
            leftRot(angle);
            delay(100);
            Serial.println("rotation is done");
        }
        else if(mess == '1'){

```

```

    comm1 = pwm;
    comm2 = LOW;
    Serial.println("motor + direct");
    delay(100);
}

else if(mess == '2'){
    comm1 = LOW;
    comm2 = pwm;
    Serial.println("motor - direct");
    delay(100);
}

else if(mess == 's'){
    comm1 = HIGH;
    comm2 = HIGH;
    Serial.println("motor stopped");
    delay(100);
}
}

//analogWrite( ena, 255 );
// выставляем режим мотора - вращение по часовой
analogWrite(d0, comm1);
analogWrite(d1, comm2);
delay(500);
}

```