

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА
«ШКОЛА ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ» – ПРОФНАВИГАЦИОННАЯ ШКОЛА
«БУДУЩЕЕ НАЧИНАЕТСЯ ЗДЕСЬ»**

НАПРАВЛЕННОСТЬ: ТЕХНИЧЕСКАЯ

Уровень: вводный

Срок реализации: 56 академических часов

приоритетные направления:

Аэрокосмические технологии

Интеллектуальные производственные технологии и робототехника

Интеллектуальные транспортные и телекоммуникационные системы

Умный город

Экологическая ресурсосберегающая энергетика

Автор(ы):

Гостева Екатерина Александровна,
к.ф.м.-н., доцент кафедры МПиД

Давыдкин Максим Николаевич, к.т.н., ведущий специалист
по проектной деятельности ЦПНиП, доцент кафедры ЭЭГП

Зотов Василий Владимирович, к.т.н., доцент кафедры
ГОТИМ

Липина Александра Валерьевна, старший преподаватель
кафедры ГМД

Харитонов Николай Дмитриевич, тьютор ЦПНиП, аспирант
кафедры ГМД

Москва
2022 год

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1 Общая характеристика программы

1.1 Направленность программы

Техническая направленность дополнительной общеразвивающей образовательной программы (ДООП) заключается в возможности объединения в одном курсе представлений о инженерных и технологических приемах, которые используют в современном мире, что способствует интегрированию преподавания физики, информатики, математики через техническое творчество и предоставляет возможность организовать опережающее обучение технической направленности в соответствии с современными требованиями, предъявляемыми системой образования Российской Федерации.

Программа содержит 5 разноплановых модулей: «Аэрокосмические технологии», . «Интеллектуальные производственные технологии и робототехника», «Интеллектуальные транспортные и телекоммуникационные системы», «Умный город» и «Экологическая ресурсосберегающая энергетика». Каждый модуль имеет свою область изучения.

1.2 Актуальность программы

Программы дает возможность познакомиться с современным состоянием развития инженерии и новых технологий.

Расширение кругозора и накопление знаний в областях аэрокосмических технологий, современных производственных технологий, применяемых материалах и структурах, а также актуальных инженерных и конструкторских решениях необходимо с раннего возраста, так как с современным темпом развития техники и технологии учащиеся за короткий промежуток времени даже при интенсивном подходе к обучению не успевают охватить всю полноту данных направлений.

В ходе обучения слушатели смогут ознакомиться с основами выбранного направления и в последующем проявить более глубокий интерес к определенному направлению, что позволяет слушателям в реальном времени соучаствовать с учеными в их научных исследованиях и по завершении обучения разработать проект инженерно-технической направленности с возможностью дальнейшей внешней экспертизы и защиты на научно-практических конкурсах и конференциях.

1.3 Адресат программы

Программа ориентирована на обучающихся 8-11 классов, мотивированных на получение предметных и надпредметных компетенций современного инженера.

1.4 Особенности организации образовательного процесса

Обучение по ДОП осуществляется на безвозмездной основе по заявлению на обучение от образовательного учреждения или лица, зачисляемого на обучение.

Обучение осуществляется единовременно и непрерывно посредством освоения тематических разделов программы.

Освоение дополнительной общеразвивающей образовательной программы в рамках установленных целей предполагает следующие виды работ:

1. Образовательный трек – проведение занятий и работа над индивидуальными или групповыми (в рабочей группе не более 3 человек) проектами по модулям (по выбору слушателей): аэрокосмические технологии; интеллектуальные производственные технологии и робототехника; интеллектуальные транспортные и телекоммуникационные системы; умный город; экологичная ресурсосберегающая энергетика.

2. Профнавигационный трек – проведение профнавигационного тестирования; экскурсий по центрам превосходства НИТУ «МИСиС» (кафедрам, лабораториям, инжиниринговым центрам и др., которые ведут научные исследования и разработки в прорывных областях знаний и располагают уникальными материально-техническими, интеллектуальными и кадровыми ресурсами), встреч с представителями бизнес-сообщества.

3. Игровой трек – организация и проведение серии интеллектуальных и деловых игр, квестов, квизов и др.

Отличительной особенностью Программы является то, что он реализуется в короткие сроки за счет нестандартных методов изучения материала, увеличения экспериментальных демонстраций, их совместного описания и объяснения, простого объяснения сложных и многообразных явлений. Это поддерживает высокую мотивацию слушателей и результативность занятий.

Программа составлена с учетом следующих аспектов:

- современная педагогическая методология (внедрение в образовательный процесс передовых образовательных приемов, методов и технологий, в т.ч. кейс-метода, геймификации, метода погружения, исследовательского и проблемного метода, техники «аквариума», технологии Open Space, STE(A)M-подхода, концепции 4К и др.);
- научный подход (интеграция в образовательный процесс современных исследований в прорывных и перспективных областях, использование современного инженерного и лабораторного оборудования);
- цифровое образовательное пространство (обеспечение доступности современных образовательных технологий, эффективная организация образовательного процесса в

онлайн-формате, использование актуальных интернет-ресурсов для разработки методических и учебных материалов);

- практико-ориентированный подход, проектное обучение и предпрофильная подготовка обучающихся (соответствие стратегическим задачам российского образования, нормативным документам, адресным запросам обучающихся, их родителей, педагогических работников);
- информационное и библиотечно-библиографическое сопровождение реализации Программы.

1.5. Цель и задачи программы

Цель программы – формирование и развитие у обучающихся предметных и надпредметных компетенций в области исследования каждого определенного модуля:

- в области аэрокосмических технологий;
- в области альтернативной энергетики;
- в области 3D-моделирования и прототипирования;
- в области новых материалах с необычными свойствами
- в области мехатроники и робототехники;
- в области построения и развития умных городов.

Среди задач каждого модуля Программы следует выделить обучающие и развивающие задачи, которые носят определенный характер, воспитательные задачи – едины для каждого модуля.

Для модуля «Аэрокосмические технологии»:

обучающие:

- знакомство школьников с основами трехмерного моделирования с применением облачных технологий;
- формирование навыков одновременной работы в облаке.

развивающие:

- обучение аргументированно отстаивать свою точку зрения, работать в команде, принимать решения, думать аналитически, творчески представлять свои идеи не только посредством речи, но и посредством иллюстраций, схем и др.

Для модуля «Интеллектуальные производственные технологии и робототехника»:

обучающие:

- знакомство слушателей с основами робототехники и мехатроники ARDUINO;
- знакомство с элементами электромеханики и радиоэлектронными компонентами ARDUINO;

- знакомство с основами программирования ARDUINO.
- формирование устойчивой мотивации к дальнейшему изучению исследуемых объектов;

развивающие:

- обучение аргументированно отстаивать свою точку зрения, принимать решения, думать аналитически, творчески представлять свои идеи не только посредством речи, но и посредством иллюстраций, схем и др.;
- формирование практических навыков работы с ручным инструментом и пайкой электронных компонентов;
- развитие творческого и инженерного мышления;
- овладение навыками анализа и разработки механизмов;
- развитие психофизиологических качеств обучающихся: память, внимание, способность логически мыслить, анализировать, концентрировать внимание на главном;
- помочь в определении индивидуального вектора развития в перспективных профессиях ближайшего будущего: проектировщик роботов, архитектор живых систем, системный биотехнолог, архитектор медицинского оборудования, биоэтик, оператор роботов, специалист по киберпротезированию, разработчик систем микрогенерации, проектант систем рекуперации, специалист по локальным системам энергосбережения, дизайнер носимых энергоустройств, проектировщик энергонакопителей, системный инженер интеллектуальных энергосетей, оператор автоматизированных транспортных систем, проектировщик интермодальных транспортных узлов, проектировщик композитных конструкций для транспортных средств.

Для модуля «Интеллектуальные транспортные и телекоммуникационные системы»:

обучающие:

- изучение проблематики освоения космического пространства и колонизации космических объектов;
- знакомство с механическими компонентами устройств, элементами электромеханики и радиоэлектронными компонентами;
- знакомство с основами технической механики, электромеханики, отдельными разделами физики;
- формирование устойчивой мотивации к дальнейшему изучению исследуемых объектов;

развивающие:

- обучение аргументированно отстаивать свою точку зрения, принимать решения, думать аналитически, творчески представлять свои идеи не только посредством речи, но и посредством технических инструментов: иллюстраций, схем и др.;
- формирование практических навыков работы как с современным программным обеспечением, так и с ручным инструментом при сборке компонентов технических средств;
- развитие творческого и инженерного мышления;
- владение навыками анализа и разработки механизмов;
- развивать психофизиологические качества слушателей: память, внимание, способность логически мыслить, анализировать, концентрировать внимание на главном.

Для модуля «Экологическая ресурсосберегающая энергетика»:

обучающие:

- знакомство слушателей с новыми материалами;
- знакомство с принципами работы солнечных элементов, методами исследования их характеристик и возможностями технического применения;
- знакомство с современными способами производства и распределения электрической энергии;
- знакомство с современными приборами микроэлектроники (контроллер, инвертор, системы мониторинга и передачи данных);
- обучение навыкам принятия управленческих решений;
- формирование устойчивой мотивации к дальнейшему изучению исследуемых объектов;

развивающие:

- обучение аргументированно отстаивать свою точку зрения, принимать решения, думать аналитически, творчески представлять свои идеи не только посредством речи, но и посредством иллюстраций, схем и др.;
- развитие творческого и инженерного мышления;
- формирование навыков анализа и разработки автономных систем;
- развитие психофизиологических качеств, обучающихся: памяти, внимания, способности логически мыслить, анализировать, концентрировать внимание на главном;
- подготовка к работе в стрессовых условиях;
- помочь в определении перспективных профессий ближайшего будущего (системный инженер композиционных материалов, проектировщик нанотехнологических материалов, рециклинг-технолог, глазир, проектировщик «умных» материалов),

специалист по безопасности в наноиндустрии).

Воспитательные задачи Программы:

- формирование умения работать в команде, вести дискуссию и корректно отстаивать свое мнение;
- формирование профессионально значимых и личностных качеств – чувства общественного долга, трудолюбия, коллективизма, организованности, дисциплинированности.
- формирование творческого отношения к выполняемой работе.

1.6 Требования к уровню подготовки, необходимые для освоения программы ДООП

Для освоения дополнительной общеразвивающей общеобразовательной программы обучающийся должен обладать основными понятиями, изучаемыми в рамках средней общеобразовательной школы по предметам: математика, физика, информатика, химия.

1.7 Планируемые (ожидаемые) результаты по каждому модулю

В результате освоения модуля «Аэрокосмические технологии» будут знать:

- основы трехмерного моделирования;
- приемы одновременной работы в облаке;
- основную инженерную терминологию.

Будут уметь:

- создавать параметрические эскизы;
- создавать твердые тела и определять их свойства;
- создавать формы свободного проектирования;
- создавать сборки из различных деталей.

В результате освоения модуля «Интеллектуальные производственные технологии и робототехника» будут знать:

- теоретические основы мехатроники и робототехники с элементами дистанционного управления;
- назначение элементов дистанционного управления;
- историю и культуру робототехники, современный вектор развития в системах дистанционного управления;

- правила техники безопасности при работе с инструментами и электрическими приборами;

будут уметь:

- программировать на базовом уровне в среде Arduino IDE;
- аргументированно и корректно отстаивать свою точку зрения;
- работать в команде и согласованно принимать решения;
- творчески представлять свои идеи при помощи верbalных и иных средств передачи информации.

В результате освоения модуля «Интеллектуальные транспортные и телекоммуникационные системы» будут знать:

- теоретические основы механики;
- назначение элементов электромеханики;
- историю освоения космоса;
- основные механизмы, применяемые в космическом пространстве;
- основы проектной деятельности;

будут уметь:

- моделировать и конструировать в игровой форме в компьютерных программах моделирования технических объектов;
- использовать современные инженерные инструменты в виде специализированных компьютерных программ;
- аргументированно и корректно отстаивать свою точку зрения;
- работать в команде и принимать решения;
- предлагать технические решения для механизмов различного назначения;
- творчески представлять свои идеи при помощи вербальных и иных средств передачи информации.

В результате освоения модуля «Умный город» будут знать:

- теоретические основы мекатроники и робототехники;
 - базовые знания работы с программными продуктами Fusion360, Revit, Arduino IDE;
 - современные тренды развития в «умных городах»;
- будут уметь:
- программировать на базовом уровне на языке Lua и Python;
 - проектировать в среде Fusion 360 на базовом уровне;
 - аргументированно и корректно отстаивать свою точку зрения;

- работать в команде и согласованно принимать решения;
- творчески представлять свои идеи при помощи верbalных и иных средств передачи информации.

В результате освоения модуля «Экологическая ресурсосберегающая энергетика» будут знать:

- физические принципы работы солнечных элементов;
- части и функции устройств для сборки автономной солнечной станции;
- расчет энергопотребления и классы эффективности электроприборов;
- распределение солнечного излучения в зависимости от географических координат местности;
- экологические проблемы производства солнечных элементов;
- основы экономики и энергетики;

будут уметь:

- проектировать и рассчитывать мощность солнечного модуля для энергетической системы;
- выбирать оптимальные компоненты системы на основе альтернативных источников энергии в зависимости от доступных ресурсов в данной местности;
- рассчитывать потребление электроприборов;
- принимать управленческие решения;
- решать практические задачи в области альтернативной энергетики;
- аргументированно и корректно отстаивать свою точку зрения;
- работать в команде и согласованно принимать решения;
- творчески представлять свои идеи при помощи вербальных и иных средств передачи информации.

2. Документы, регламентирующие содержание и организацию образовательного процесса при реализации дополнительной общеразвивающей общеобразовательной программы

2.1 Учебный план

(приложение А)

3 Формы аттестации, оценочные материалы

3.1 Формы аттестации

В образовательном процессе будут использованы следующие методы контроля

усвоения учащимися учебного материала:

Текущий контроль. Проводится с целью непрерывного отслеживания уровня усвоения материала и стимуляции обучающихся к саморазвитию. Для реализации текущего контроля в процессе теоретического материала педагог обращается к учащимся с вопросами и выдает короткие задания, на практических занятиях - в виде выполнения практических заданий по итогам каждой темы с целью систематизировать, обобщить и закрепить материал.

Итоговый контроль. Презентация проекта.

Формы и содержания итоговой аттестации – презентация творческой работы (проекта) и защита.

Требования к оценке проекта

Проект оценивается положительно, если:

- определена и чётко сформулирована цель работы;
- характеризуется оригинальностью идей, исследовательским подходом, подобранным и проанализированным материалом;
- содержание работы изложено логично;
- прослеживается творческий подход к решению проблемы, имеются собственные предложения;
- сделанные выводы свидетельствуют о самостоятельности её выполнения.

Форма защиты творческой работы (проекта) – очная презентация.

Оценивание: зачленено/не зачленено.

3.2 Оценочные материалы

Для аттестации обучающихся на соответствие их персональных достижений имеется фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, и итоговой аттестации (оценочные листы для экспертов).

4 Условия реализации программы

4.1. Кадровое обеспечение

Программа обеспечена квалифицированными кадрами, образование которых соответствует профилю ДООП:

Гостева Екатерина Александровна, к.ф.м.-н., доцент кафедры материаловедения полупроводников и диэлектриков НИТУ «МИСиС»;

Давыдкин Максим Николаевич – ведущий специалист по проектной деятельности Центра профессиональной навигации и приема НИТУ «МИСиС» – руководитель

«Робоцентра» НИТУ «МИСиС», к.т.н., доцент кафедры энергетики и энергоэффективности горной промышленности;

Зотов Василий Владимирович, к.т.н., доцент кафедры горного оборудования, транспорта и машиностроения НИТУ «МИСиС»;

Липина Александра Валерьевна – старший преподаватель кафедры Геологии и маркшейдерского дела, директор Центра экосистемных проектов в промышленных регионах Горного института НИТУ «МИСиС»;

Харитонов Николай Дмитриевич – тьютор Центра профессиональной навигации и приема НИТУ «МИСиС», аспирант кафедры геологии и маркшейдерского дела.

4.2. Учебно-методическое и информационное обеспечение

Программа обеспечена методическими материалами: учебниками, учебными пособиями, демонстрационными и раздаточными учебными материалами, контрольно-измерительными материалами и др.

Образовательный процесс осуществляется через учебное занятие.

Общие требования к занятиям:

- создание и поддержание высокого уровня познавательного интереса и активности обучающихся;
- целесообразное расходование времени на занятии;
- применение разнообразных методов и средств обучения;
- развитие благоприятных межличностных отношений между педагогом и обучающимися;
- развитие умения применять полученные знания в практической деятельности.

Методы обучения, используемые в программе: словесные (устное объяснение материала), наглядные (презентация), практические (демонстрационное выполнение исследовательской лабораторной работы), аналитические.

С целью стимулирования творческой активности слушателей будут использованы:

- кейс-метод;
- игровые методики;
- метод погружения;
- методы сбора и обработки данных;
- исследовательский и проблемный методы;
- анализ справочных и литературных источников;
- опытная работа;
- расчетная работа.

Виды дидактических материалов

Для обеспечения наглядности и доступности изучаемого материала будут использоваться:

- наглядные пособия смешанного типа (слайды, видеозаписи, эскизы);
- дидактические пособия (карточки с заданиями, раздаточный материал).

4.3. Материально-техническое обеспечение

В реализации проекта будет задействовано высокотехнологичное оборудование более 50 центров превосходства НИТУ «МИСиС» (кафедрам, лабораториям, инжиниринговым центрам и др., которые ведут научные исследования и разработки в прорывных областях знаний и располагают уникальными материально-техническими, интеллектуальными и кадровыми ресурсами):

тренировочного центра «БЕЛАЗ» (специальный тренировочный центр с тренажером, имитирующим вождение самосвалов «БЕЛАЗ» в различных природных и дорожных условиях);

лабораторного комплекса НОЦ «Интеллектуальное горное предприятие» (диспетчерский пульт – вычислительный сервер для обработки телеметрической информации, формирования команд управления и визуализации выполнения работ моделями мобильных объектов горнотранспортного комплекса. Роботизированные модели мобильных объектов горнотранспортного комплекса — подвижные платформы на базах, оснащенные сенсорными и вычислительными устройствами, а также средствами навигации и связи, обеспечивающими автономное и дистанционное управление, включая несколько моделей карьерных автосамосвалов, экскаваторной и погрузочной техники. Полигон для отработки механизмов автономного управления мобильными объектами в условиях открытых горных работ);

лаборатории систем хранения данных Huawei HAINA

Вычислительный центр кафедры АСУ для хранения и обработки больших объемов данных, используемый в рамках научно-исследовательских и учебных работ. Вычислительный комплекс представлен двумя системами хранения данных OceanStor 5300 V3, двумя серверами FusionServer RH2288H V3, а также парами коммутаторов S5700S-28P-LI-AC и SNS2124 — FC компании Huawei;

лаборатории «Routing and Switching» Cisco Network Academy

Комплекс учебного сетевого оборудования компании Cisco для изучения современных технологий передачи данных, представленный набором специализированного коммутационного оборудования;

кафедр (дальномер лазерный, безотражательный DISTO A5, система съёмочная УМК-30-13-18 с универсальной фотограмметрической камерой, тахеометр редукционный DAHLT-010B, построитель лазерный M803S REDTRACE);

инжиниринговых центров (искровое плазменное спекание (ИПС) (Spark Plasma Sintering — Labox 650, Sinter Land), классификатор частиц по размеру FRITCH Analysette 3, высокоэнергетические планетарные мельницы МПФ-1, АПФ-3 и АГО-2У и др.);

лаборатории цифрового производства FabLab (устройство лазерной резки/гравировки Trotec Speedy 400 flex, устройство лазерной резки/гравировки LaserPRO Spirit 100 Вт, 3D принтер Dimension Elite, рулонные режущие плоттеры Rolland GX300/GX24 и др.);

Робоцентра НИТУ «МИСиС» (3D принтер – станок с числовым программным управлением, реализующий аддитивные операции, добавляющий порции материала к заготовке, лазерный гравер с числовым программным управлением для изготовления деталей роботов методом лазерной резки, фрезерный станок с числовым программным управлением для изготовления печатных плат методом фрезерования, мобильные роботы с разными типами перемещения, лидар – оборудование для получения и обработки информации об удалённых объектах с помощью активных оптических систем, использующих явления поглощения и рассеяния света в оптически прозрачных средах);

«Точки кипения – Коммуна» (испытательные и измерительные стенды, установки травления и испарения, станки и инструменты, в т.ч. для проведения прецизионных операций, лазерные системы, генераторы сигналов, осциллографы, термостаты и др.).

5 Список литературы

1. Митио Каку, Физика невозможного. Альпина нон-фикшн (2009).
2. Геофизика: учебник / Под ред. В. К. Хмелевского. – М.: КДУ, 2007. – 320 с.
3. Федынский В. В. Разведочная геофизика: учебное пособие, М. Недра, 2000.
4. M.A. Green, et al. Prog. Photovolt: Res. Appl. 2017; 25; 3-13
5. Battaglia C., Cuevas A., De Wolf S. Energy and Environmental Science. 2016; 9(5): p. 1552–1576
6. Brongersma M.L., Cui Y., and Fan S. Nature materials, 2014. 13(5): p. 451-460

7. Yamada N., Ijiro T., Okamoto E., Hayashi K., and Masuda H., Opt. Express 19(S2), A118–A125 (2011)
8. Nishijima et al. APL Photonics 1, 076104 (2016)
9. V. V. Iyengar, B. K. Nayak, M. C. Gupta. Solar Energy Materials & Solar Cells 94 (2010), 2251-2257
10. S. Zhong et al. Adv. Mater., vol. 27, no. 3, pp. 555–561, Jan. 2015
11. Z. Ying, M. Liao et al. IEEE Journal of Photovoltaics 2016, V. 6, N. 4, 888-893
12. H. S. Jang, H. J. Choi et al. Electrochemical and Solid-State Letters 2011, 14, 1, D5-D9
13. D. Kumar, S. K. Srivastava, P. K. Singh, M. Husain, V. Kumar. Sol. Energy Mater. Sol. Cells 2011, V. 95, N. 1, 215-218
14. J. Kim, D. Inns, K. Fogel, D. K. Sadana. Solar Energy Materials & Solar Cells 2010, 94, 2091-2093
15. X. Liu, P.R. Coxon, M. Peters et al. Energy Environ Sci., 2014, 7, 3223-3263
16. Альтшуллер Г. Найти идею: Введение в ТРИЗ. – М.:Альпина Паблишер, 2014. – 251с.
17. Якчулпанов Ю.К. Роль предпринимательства в экономическом развитии региона: проблемы и пути их решения// Экономика и современный менеджмент: теория и практика: сб. ст. по матер. XLIV междунар. науч.-практ. конф. № 12(44). – Новосибирск: СибАК, 2014. – 46с.
18. Величко М.В. Зазнобин В.М. Экономика инновационного развития. Управленческие основы экономической теории. Монография. СПб.:СПб ГАУ, 2015. – 358с.
19. Рузвельт Ф.Д. Беседы у камина. — М.: ИТРК, 2003, 408 с.
20. Смит А. Исследование о природе и причинах богатства народов (англ. название: An Inquiry into the Nature and Causes of the Wealth of Nations).
21. Форд Г. Моя жизнь, мои достижения. — Л.: Время, 1924. Перевод под редакцией инженера-технолога В.А. Зоргенфрея.
22. Бабич А.В., Баранов А.Г., Калабин И.В. и др. Промышленная робототехника: Под редакцией Шифрина Я.А. – М.: Машиностроение, 2012.
23. Давыдкин Максим Николаевич, Дистанционный курс «Мехатроника и робототехника Arduino», <https://remote.misis.ru/enroll/XPE6RH>
24. Джереми Блум. Изучаем Arduino. Инструменты и методы технического волшебства. - СПб.: БХВ-Петербург, 2016.

25. Копосов Д.Г. Первый шаг в робототехнику. Практикум для 5-6 классов\ Д. Г. Копосов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 – 292 с.
26. Саймон Монк Программируем Arduino. Основы работы со скетчами. – СПб.: Питер, 2017.
27. Улли Соммер Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012.
28. Шахинпур М. Курс робототехники: Пер. с англ. – М.; Мир, 2010.
29. Джон Бейктал Конструируем роботов на Arduino. Первые шаги. – М.: Лаборатория знаний, 2016.
30. Михаил Момот Мобильные роботы на базе Arduino. – СПб.: БХВ-Петербург, 2017.
31. Фу К., Гансалес Ф., Лик К. Робототехника: Перевод с англ. – М. Мир, 2010. <http://arduino.ru>
32. Инженерная геодезия [Текст]: учебник для вузов, рекомендовано УМО / Е. Б. Ключин [и др.]; ред. Д. Ш. Михелев, 2010. – 495 с.
33. Лукьянов В. Ф. Прикладная геодезия в промышленном и гражданском строительстве [Текст]: учеб. пособие, рекомендовано УМО / В. Ф. Лукьянов, 2011. – 219 с.
34. Ямбаев Х.К. Геодезическое инструментоведение [Текст]: учеб. для вузов: рекомендовано УМО / Х. К. Ямбаев, 2011. – 583 с.
35. Прикладная геодезия [Электронный ресурс]: учеб-метод. пособие / В.С. Хорошилов, Ж.А. Хорошилова; СГГА. – Новосибирск: СГГА, 2010. – 42 с.
36. Геодезический контроль инженерных объектов промышленных предприятий и гражданских комплексов [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Б.Н. Жуков, А.П. Карпик; СГГА. – Новосибирск: СГГА, 2006. – 144 с.
37. Технологии геодезических и картографических работ [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Афонин К.Ф; СГГА. – Новосибирск: СГГА, 2007. – 100 с.
38. Вычислительные работы при создании геодезического обоснования [Текст]: Метод.указ.для студентов 1 курса спец. «Геодезия», «Информац. системы», «Экономика и управл.на предприятии геодез.пр-ва» / М-во образования РФ; СГГА, 2003. – 43 с.
39. Кузнецов П. Н. Геодезия [Текст]: учеб. для вузов, допущено УМО. Ч. 1, 2002. – с. 9.
40. Курошев Г.Д. Геодезия и топография [Текст]: учебник для вузов (рек.) / Г.Д.Курошев, Л.Е.Смирнов, 2006. – 176 с.
41. Перфилов В.Ф. Геодезия [Текст]: учебник для вузов (доп.) / В.Ф. Перфилов, Р.Н. Скогорева, Н.В. Усова, 2006. – 350 с.

42. Альтшуллер, Г.С. Поиск новых идей: от озарения к технологии: Теория и практика решения изобретательских задач [Текст] / Г.С. Альтшуллер, Б.Л. Злотников, А.В. Зусман, В.И. Филатов. – Кишинев: КартяМолдовеняскэ, 2012. – 185 с.
43. Аббасов, И.Б. Двухмерное и трехмерное моделирование в 3ds MAX / И.Б. Аббасов. – М.: ДМК, 2012. 176 с.
44. Прохорский Г.В.: Информационные технологии в архитектуре и строительстве. – М.: КНОРУС, 2012.
45. Соколова Т.Ю.: AutoCAD 2018. Учебный курс. – СПб.: Питер, 2017.
46. Сazonov, A.A. 3D-моделирование в AutoCAD: Самоучитель / A.A. Сazonov. – M.: DMK, 2012. – 376 c.
47. Бабич А.В., Баранов А.Г., Калабин И.В. и др. Промышленная робототехника: Под редакцией Шифрина Я.А. – M.: Машиностроение, 2012.
48. Давыдкин М.Н., Гостева Е.А., Солнечный парус. Методические указания к разработке проекта в виртуальной среде, Изд. МИСиС 59 стр.
49. Давыдкин М.Н., Мехатроника и робототехника Arduino. Дистанционное управление. Методические указания, Изд. МИСиС 30 стр.
50. Давыдкин М.Н., Мехатроника и робототехника Arduino. Мобильный робот. Методические указания, Изд. МИСиС 22 стр.
51. Давыдкин М.Н., Мехатроника и робототехника LEGO. От идеи до проекта. Методические указания, Изд. МИСиС 24 стр.
52. Джереми Блум Изучаем Arduino. Инструменты и методы технического волшебства. - СПб.: БХВ-Петербург, 2016.
53. Кайн Л., Fusion 360. 3D-моделирование для мейкеров, Изд. BHV-СПб, 288 стр.
54. Копосов Д. Г. Первый шаг в робототехнику. Практикум для 5-6 классов\ Д. Г. Копосов. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012 – 292 с.
55. Норт Р. Как изобрести все. Создай цивилизацию с нуля, Изд. Бомбора, 568 стр.
56. Саймон Монк Программируем Arduino. Основы работы со скетчами. - СПб.: Питер, 2017.
57. Улли Соммер Программирование микроконтроллерных плат Arduino/Freeduino. - СПб.: БХВ-Петербург, 2012.
58. Шахинпур М. Курс робототехники: Пер. с англ. – М.; Мир, 2010.
59. Чернышова Л.И., Аплеснин С.С., Машков П.П. Прикладная физика. Теория, задачи и тесты. – СПб.: Лань, 2014.

60. Перельман Я.И. Занимательный космос, Межпланетные путешествия. – АСТ: Астрель, 2008.
61. Сердцева Н. Астрономия за 1 час. – М.: «Издательство «Эксмо», 2017. – 90 с.
62. Романов А.М. Занимательные вопросы по астрономии и не только. – М.: МЦНМО, 2005. – 415 с.: ил.
63. Чернышова Л.И., Аплеснин С.С., Машков П.П. Прикладная физика. Теория, задачи и тесты. – СПб.: Лань, 2014.
64. Авдошев В.А. Численное моделирование орбит. – Издательство НТЛ, 2010.
65. Липина С.А., Агапова Е.В., Липина А.В., Зеленая экономика. Глобальное развитие – Москва: Изд-во Проспект, 2016.
66. Арктика: стратегия развития, Липина С.А., Смирнова О.О., Кудряшова Е.В., Беляевская-Плотник Л.А., Богданова Ю.Н., Бочарова Л.К., Зайков К.С., Крейденко Т.Ф., Липина А.В., Сивоброва И.А., Соколов М.С., Сорокина Н.Ю., Степанова В.В., Череповицын А.Е., Архангельск, 2019.
67. Войлошников, В.Д. Книга о полезных ископаемых [Текст] / В.Д. Войлошников, Н.А. Войлошникова. – М.: Недра, 1991.
68. ARCTIC ZONE OF THE RUSSIAN FEDERATION: DEVELOPMENT PROBLEMS AND NEW MANAGEMENT PHILOSOPHY, Kudryashova E.V., Lipina S.A., Zaikov K.S., Bocharova L.K., Lipina A.V., Yu. Kuprikov M., Kuprikov N.M., The Polar Journal. 2019. T. 9. № 2. C. 445-458.
69. Алан Рот. Внедрение и развитие Индустрии 4.0. Основы, моделирование и примеры из практики / Алан Рот. – М: Editorial URSS, 2017.
70. Современный этап международного сотрудничества в Арктике: поиск ответов на вызовы экономического развития, Липина С.А., Фадеев А.М., Зайков К.С., Липина А.В., Кондратов Н.А./Экономические и социальные перемены: факты, тенденции, прогноз. 2021. – Т. 14. – № 4. – С. 251-265.

б) дополнительная литература:

1. Ильина Т.Д. Формирование советской школы разведочной геофизики (1917 – 1941) – М.: Недра, 1983.
2. Браун Д., Массет А. Недоступная Земля: Пер. с англ. – М.: Мир, 1994.
3. Логачев А.А., Захаров В.П. Магниторазведка. Изд. 4, перераб. и доп. Л.: Недра, 1990.
4. Сейсмическая стратиграфия, под редакцией Ч. Пейтона. В двух частях. М., Мир, 1983.

5. Гурвич И.И., Боганик Г.Н. Сейсмическая разведка: Учебник для вузов. М.: Недра, 1990.
6. Молчанов А.А., Лукьянов Э.Е., Рапин В.А., Геофизические исследования нефтяных горизонтальных скважин: МАНЭБ.
7. Шерифф Р., Гелдарт Л. Сейсморазведка: в двух томах. М., Мир, 1987.
8. Федынский В.В., Разведочная геофизика, М., Недра, 1964.
9. Бондарев В.И. Сейсморазведка: Учебник для вузов. В трех книгах. Екатеринбург: Издательство УГГУ, 2006.
10. Телегин А. Н. Сейсморазведка методом преломленных волн. – СПб: Изд-во С.-Петерб. Ун-та, 2004. – 187 с.
11. Вахромеев Г.С., Ерофеев Л.Я., Канайкин В.С., Номоконова Г.Г. Петрофизика: Учебник для вузов. Томск: Изд-во Том. Ун-та, 1997.
12. Горбачев Ю. И. Геофизические исследования скважин: Учебник для вузов. М.: Недра, 1990.
13. Давыдкин М.Н., Автономный роботизированный манипулятор (АРМ) для эксплуатации в опасных зонах, Наука и производство Урала. – 2014 – № 10 – С. 138-140.
14. Давыдкин М.Н., Баранов Е.Г., Харитонов Д.В., Электропривод в современном эко транспорте, Наука и производство Урала. 2012. № 8. С. 168-171.
15. Давыдкин М.Н., Гостева Е.А., Детский лагерь, где зарождаются инновационные идеи, или разработка эффективных антибликовых покрытий для солнечных элементов, АРТЕК – СО-БЫТИЕ. 2019. – № 2 (20) – С. 26-28.
16. Давыдкин М.Н., Климонт А.А., Как сделать открытие в детском лагере. Гидрофобные фильтры для сбора нефтепродуктов с поверхности воды, АРТЕК – СО-БЫТИЕ. 2019. № 1 (19). С. 18-21.
17. Давыдкин М.Н., Разработка модели синхронного двигателя на постоянных магнитах для электропривода транспортных средств, Наука и производство Урала. 2016. № 12. – С. 48-49.
18. Давыдкин М.Н., Система хранения на основе интернет вещей и rfid-технологии, Наука и производство Урала, 2018, № 14 – С. 59-60.
19. Давыдкин М.Н., Физическая модель автоматизированного электропривода инерционной системы, Наука и производство Урала, 2013, № 9 – С. 131-136.
20. Джон Бейктал. Конструируем роботов на Arduino. Первые шаги. - М.: Лаборатория знаний, 2016.
21. Михаил Момот. Мобильные роботы на базе Arduino. – СПб.: БХВ-Петербург, 2017.

22. Приказ Минстроя России от 25 декабря 2020 г. № 866/пр «Об утверждении Концепции проекта цифровизации городского хозяйства «Умный город»
23. Фу К., Гансалес Ф., Лик К. Робототехника: Перевод с англ. – М. Мир, 2010.
24. Штах А.В., Бондаренко Г.А., Давыдкин М.Н., Создание имитационной модели шести осевого манипулятора в среде инженерного проектирования SOLIDWORKS под управлением LABVIEW, Наука и производство Урала. 2015. № 11. – С. 113-114.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН
дополнительной общеразвивающей общеобразовательной программы

№	Раздел/тема	Количество часов				Формы аттестации (контроля)
		Всего	Теория	Практика	Самостоятельная работа	
1	Модуль «Экологическая ресурсосберегающая энергетика»	36	9	19	8	
1.1	Вводное занятие. Автономные системы на основе солнечных элементов	2	2	—	—	Практическая работа
1.2	Энергосбережение и энергоэффективность	8	2	4	2	Практическая работа
1.3	Автономные системы на основе солнечных батарей	10	2	6	2	Практическая работа
1.4	Экологические проблемы связанные с производством, эксплуатацией и утилизацией солнечных модулей	10	1	5	4	Практическая работа
1.5	Подготовка финального проекта	4	2	2	—	Практическая работа
1.6	Итоговая презентация проектов	2	—	2	—	Проект
2	Модуль «Интеллектуальные производственные технологии и робототехника»	36	—	28	8	
2.1	Блок 1 Плата Arduino, как платформа будущего мобильного робота	4	—	4		Практическая работа
2.2	Блок 2 Система контроля и наблюдения мобильного робота	16		12		Практическая работа
2.2.1	Подключение светодиода: первая программа для робота	4	—	2	2	
2.2.2	Кнопка как первый элемент управления роботом	4	—	2	2	
2.2.3	Потенциометр – элемент системы управления роботом	4	—	2	—	
2.2.4	Ультразвук в системе наблюдения робота	4	—	4		
2.3	Блок 3 Системы перемещения мобильного робота	12				Практическая работа
2.3.1	Двигатель постоянного тока. Принцип действия. Способы управления.	4	—	4	—	
2.3.2	Серводвигатель. Принцип действия. Способы управления	4	—	2	2	
2.3.3	Электромагнитное реле, как элемент системы управления перемещением роботом	4	—	2	2	
2.4	Блок 4 Человеко-машинный интерфейс мобильного робота	4				Практическая работа
2.4.1	Система отображения информации (OLED LCD дисплей, четырехразрядный индикатор LED), буззер, элемент системы звукового воспроизведения	4	—	4	—	

2.5	Итоговая защита на конференции	2	–	2	–	Проект
3	Модуль «Аэрокосмические технологии»	36	7	21	8	
3.1	Интерфейс программного обеспечения	4	1	3	–	Практическая работа
3.2	Создание параметрических эскизов	4	1	3		Практическая работа
3.3	Создание твердых тел и определение их свойств	6	1	3	2	Практическая работа
3.4	Создание форм путем свободного проектирования	6	2	2	2	Практическая работа
3.5	Создание сборок деталей	6	2	2	2	Практическая работа
3.6	Определение темы проекта, постановка цели и задач исследования. Поиск аналогов.	4	–	2	2	Практическая работа
3.7	Выполнение проекта. Подготовка презентации и пояснительной записки.	4	–	4	–	Практическая работа
3.8	Защита проекта	2	–	2	–	Проект
4	Модуль «Умный город»	36	12	16	8	
4.1	«Умный город» как новая модель управления развитием городов	2	2	–	–	Практическая работа
4.2	Современные технологии управления «умным» городским развитием	12	4	4	4	Практическая работа
4.3	Стратегическое и территориальное планирование развитием «умных» городов	10	2	6	2	Практическая работа
4.4	Смарт-сити. Цифровая трансформация в градостроительстве	6	2	2	2	Практическая работа
4.5	Умный устойчивый город: платформенный и экосистемный подходы в построении взаимодействия между городами и Smart City-проектами	4	2	2	–	Практическая работа
4.6	Защита проекта	2	–	2	–	Проект
5	Модуль (трек) «Интеллектуальные транспортные и телекоммуникационные системы»	36	7	21	8	
5.1	История изучения космоса	2	2	–	–	
5.2	Основные направления освоения и изучения космоса	4	1	3		Практическая работа
5.3	Необходимость в лифте на орбиту. Механизмы для освоения космоса и космических объектов	10	2	4	4	Практическая работа
5.4	Современные инженерные инструменты. Компьютерное моделирование	8	2	2	2	Практическая работа
5.5	Разработка концепции технического средства для освоения космоса и космических объектов	10	–	10	2	Практическая работа
5.6	Итоговая защита проекта	2	–	2		Проект

ПРОФНАВИГАЦИОННЫЙ ТРЕК

Профнавигационное тестирование	2	–	2	–	Не предусмотрена
Экскурсии по центрам превосходства НИТУ «МИСиС»	8	–	8	–	Не предусмотрена

ИГРОВОЙ ТРЕК

Интеллектуальные и деловые игры, квесты, квизы	10	–	10	–	Не предусмотрена
--	----	---	----	---	------------------