

ФГАОУ ВО «Балтийский федеральный университет им. И. Канта»
Институт образования

Согласовано:

Директор Центра развития современных
компетенций детей БФУ им. И. Канта
Т. Э. Петрова
« 02 » июня 2020 г.

Утверждено:

Директор Института образования
А.О. Бударина
« 02 » июня 2020 г.



**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа
технической направленности
«Математическое моделирование и программирование»**

Возраст обучающихся: 13-17 лет
Срок реализации: 2 года

Автор-составитель:
Байгашов Алексей Сергеевич,
лаборант-исследователь лаборатории
астрономии и астрофизики БФУ им. И. Канта,
преподаватель ЦРСЖД БФУ им. И. Канта

Лист согласования

Составитель: лаборант-исследователь лаборатории астрономии и астрофизики БФУ им. И. Канта, преподаватель Центра развития современных компетенций детей БФУ им. Канта Байгашов А.С.

Рабочая программа утверждена на заседании научно-методического совета
Института образования

Протокол № 4 от 02 июля 2020 года

Председатель
научно-методического совета



Т.А. Кузнецова

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дополнительная общеразвивающая программа «Математическое моделирование и программирование» имеет техническую направленность.

Актуальность.

Математическое моделирование – основа большинства современных научных методов изучения мира вокруг нас.

Математическое моделирование – это идеальное научное знаковое моделирование, при котором описание объекта, явления или процесса осуществляется на языке математики, а исследование модели проводится с использованием тех или иных математических методов.

Физические, химические, биологические, социальные и экономические процессы и явления могут быть представлены в виде той или иной численной модели, то есть системы уравнений, как правило, дифференциальных, а также начальных и граничных условий для них. Сформулировав правила решения такой системы, учёные получают мощный инструмент анализа реальных процессов посредством моделирования различных ситуаций. Варьируя условия моделирования и отслеживая изменения в получающемся результате, исследователи могут делать важные выводы о поведении изучаемых объектов в реальности.

На сегодняшний день математическое моделирование широко используется в большинстве точных и естественных науках, дополняя и расширяя возможности экспериментальной проверки разнообразных гипотез и теорий. Математическое моделирование позволяет провести эксперимент, когда сделать это натурно невозможно или слишком затратно. Например, проверить правильность астрофизической теории, рассчитать прочность моста или телебашни, предсказать реакцию пациента на конкретное лечение или высчитать место бурения нового нефтяного месторождения.

Фактически все современные разделы физики посвящены построению и исследованию математических моделей различных физических объектов и явлений. Значительные успехи в биологии и химии связаны с разработкой и исследованием математических моделей для биологических систем и химических процессов. Создаются математические модели в экологии, экономике и социологии, медицине, промышленности. Благодаря использованию методов математического моделирования, появилась возможность обоснованно подходить ко многим экологическим и медицинским проблемам: имплантации и замене различных органов, прогнозированию развития эпидемий, обоснованной разработке планов ликвидации последствий крупных аварий и катастроф. Очень часто методы математического моделирования являются единственно возможными при исследовании явлений и процессов. Математическое моделирование является неизбежной составляющей научно-технического прогресса.

Сегодня профессия специалиста по математическому моделированию является одной из самых востребованных, дает возможность реализовать себя

в абсолютно любой сфере – нефтедобывающей, инжиниринговой, строительной, IT, банковской, образовании. Для успешной работы специалисту требуются навыки программирования, составления технических заданий по реализации моделей, глубокое знание теории вероятностей и математической статистики.

Подготовку такого специалиста необходимо уже начинать со школьного возраста. Дополнительная программа формирует базовые навыки моделирования, способствует практическому познанию окружающего мира, развивает техническое мышление, мотивирует к творческому саморазвитию, осознанному выбору будущей профессии, что в дальнейшем является залогом профессионального роста.

Отличительные особенности программы.

Отличительной особенностью данной программы является то, что обучение проходит на базе одного из наиболее популярных сегодня языков программирования Python. Еще одной особенностью является применение проектного подхода к обучению: школьники делятся на группы, каждая группа берет один из предложенных проектов, в конце обучения результаты выносятся на защиту. При этом все проектные задания разделены по уровню сложности, что позволяет учитывать возрастные и индивидуальные особенности детей. Среда программирования Python включает в себя сотни узкоспециализированных библиотек, в том числе предназначенных для численного решения дифференциальных уравнений. Вместе с этим, синтаксис и базовые функции языка Python предельно просты, а различные сборки среды включают в себя интерпретаторы и все необходимые библиотеки, делая их использование максимально удобным. Всё это позволяет сориентировать учебный процесс на изучение именно идеологии математического моделирования и общих принципов его реализации, не тратя излишне много времени на изучение технических аспектов программирования. Программа ориентирована на формирование минимально необходимого набора знаний и умений работы с численными моделями в рамках языка Python. Школьники узнают о дифференциальных уравнениях и способах их решения программными методами, знакомятся с встроенными функциями и несколькими библиотеками для этого, учатся использовать их в несложных задачах динамики. Программа расширяет знания учащихся в области математического моделирования, знакомя их с более сложными и интересными функциями Python, такими как визуализация результатов моделирования с использованием трёхмерной графики и анимации, а также чтение и запись данных в файлы.

Новизной дополнительной общеразвивающей программы является сочетание материала предметных областей - «Математика», «Физика», «Программирование», необходимого для освоения учащимися.

Адресат программы. Дополнительная общеразвивающая программа технической направленности предназначена для детей в возрасте 13 - 17 лет.

Объем и срок освоения программы.

Срок освоения программы – 2 года.

1 год – 112 часов;

2 год – 112 часов.

На полное освоение программы требуется 224 часа, включая теоретические и практические занятия, работу над проектами и консультации с педагогами.

Форма обучения – очная с возможностью реализации отдельных дисциплин/модулей/практик с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Особенности организации образовательного процесса.

Программа предусматривает индивидуальные, групповые, коллективно-групповые, коллективные, фронтальные формы работы с детьми. Состав групп 10-15 человек.

Режим занятий, периодичность и продолжительность занятий. Общее количество часов в год – 112 часов. Продолжительность занятий исчисляется в академических часах – 45 минут, между занятиями установлены 10-минутные перемены. Недельная нагрузка на одну группу: 2 часа 2 раза в неделю.

Педагогическая целесообразность. Несмотря на то, что математическое моделирование – сложный инструмент научных исследований, быстрый прогресс IT-технологий позволяет преподавать основы этой дисциплины в старшей школе.

Программа «Математическое моделирование» составлена таким образом, чтобы обучающиеся могли овладеть всем комплексом знаний по организации исследовательской, изобретательской деятельности, выполнении проектной работы, познакомиться с требованиями, предъявляемыми к оформлению и публичному представлению результатов своего труда, а также приобрести практические навыки работы с языком программирования Python.

Практическая значимость.

Овладев методом математического моделирования, представляющий собой количественное описание изучаемых явлений на языке математики, учащиеся смогут применить его результаты для исследования всевозможных явлений природы и общественной жизни, то есть быстро и без существенных затрат исследовать его свойства и поведение в любых ситуациях. С другой стороны, вычислительные эксперименты с моделями объектов позволяют, опираясь на мощь современных вычислительных методов и вычислительной техники, подробно и глубоко изучать объекты в достаточной полноте, недоступной чисто теоретическим исследованиям.

Содержание данной программы построено таким образом, что обучающиеся под руководством педагога смогут не только работать с пакетами прикладных программ аналитического и численного исследования математических моделей, но и моделировать движение объектов на языке Python.

Ведущая идея данной программы — создание современной практико-ориентированной высокотехнологичной образовательной среды, позволяющей эффективно реализовывать проектно-конструкторскую и экспериментально-исследовательскую деятельность обучающихся

разновозрастных проектных командах, получать новые образовательные результаты и инновационные продукты.

Целью обучения является овладение методами математического моделирования для решений прикладных задач, интеллектуального развития и формирования математической культуры учащихся.

Задачи дополнительной общеразвивающей программы 1 года обучения.

Образовательные:

- познакомить учащихся с принципами математического моделирования на примере самых различных процессов и явлений из окружающего мира;
- научить решать задачи из разных сфер человеческой деятельности с применением средств информационных технологий;
- научить языку программирования Python;
- научить выбирать соответствующие средства информационных технологий для решения поставленной задачи;
- сформировать навык применения математического моделирования для решения инженерных задач различного уровня сложности
- научить создавать эстетически значимые объекты с помощью возможностей средств информационных технологий (графических, цветовых, звуковых, анимационных).

Развивающие:

- способствовать развитию у обучающихся инженерного мышления, навыков конструирования, программирования;
- развить память, внимание, наблюдательность;
- развить творческий и рациональный подход к решению поставленных задач;
- сформировать учебную мотивацию и мотивацию к творческому поиску;
- развивать у учащихся элементы технического мышления, изобретательности, образное и пространственное мышление;

Воспитательные:

- повысить мотивацию обучающихся к изобретательству и созданию собственных конструкций;
- формировать у учащихся настойчивость в достижении цели, стремление к получению качественного законченного результата;
- воспитывать дисциплинированность, ответственность, социальное поведение, самоорганизацию;
- развить умение работать в группе, искать решение коллективно;
- выработать уверенность в работе с компьютером.

Задачи дополнительной общеразвивающей программы 2 года обучения.

Образовательные:

- решение задач из разных сфер человеческой деятельности с применением средств информационных технологий различных уровней;

- выбор соответствующего средства информационных технологий для решения поставленной задачи;
- способствовать совершенствованию навыков программирования на языке Python;
- владение умениями создания эстетически значимых объектов с помощью возможностей средств информационных технологий (графических, цветовых, звуковых, анимационных).

Развивающие:

- способствовать развитию у обучающихся навыков как командной работы, так и самостоятельной деятельности;
- предоставить возможность развития качественных навыков общения с клиентом-заказчиком;
- способствовать развитию абстрактного мышления и пространственное воображение обучающихся.

Воспитательные:

- повысить мотивацию обучающихся к изобретательству и созданию собственных конструкций;
- формировать у учащихся настойчивость в достижении цели, стремление к получению качественного законченного результата;
- поддержать умение работы в команде.

Принципы отбора содержания:

- принцип единства развития, обучения и воспитания;
- принцип систематичности и последовательности;
- принцип доступности;
- принцип наглядности;
- принцип взаимодействия и сотрудничества;
- принцип комплексного подхода.

Основные формы и методы.

Основной технологией обучения по программе выбрана технология нового типа. Участие в образовательных событиях позволяет обучающимся пробовать себя в конкурсных режимах и демонстрировать успехи и достижения. При организации образовательных событий сочетаются индивидуальные и групповые формы деятельности и творчества, разновозрастное сотрудничество, возможность «командного зачета», рефлексивная деятельность, выделяется время для отдыха, неформального общения. У обучающихся повышается познавательная активность, раскрывается их потенциал, вырабатывается умение конструктивно взаимодействовать друг с другом.

Каждое занятие содержит теоретическую часть и практическую работу по закреплению этого материала. Благодаря такому подходу у обучающихся вырабатываются такие качества, как аккуратность, целеустремлённость, развитие мыслительных функций

Каждое занятие условно разбивается на 3 части, которые составляют в комплексе целостное занятие:

1 часть включает в себя организационные моменты, изложение нового материала, инструктаж, планирование и распределение работы для каждого учащегося на данное занятие;

2 часть – практическая работа учащихся (индивидуальная или групповая, самостоятельная или совместно с педагогом, под контролем педагога). Здесь происходит закрепление теоретического материала, отрабатываются навыки и приемы; формируются успешные способы профессиональной деятельности;

3 часть – посвящена анализу проделанной работы и подведению итогов. Это коллективная деятельность, состоящая из аналитической деятельности каждого обучающегося, педагога и всех вместе.

Метод дискуссии учит обучающихся отстаивать свое мнение и слушать других.

Например, при составлении программы (кода) обучающимся необходимо высказаться, аргументированно защитить свою работу. Учебные дискуссии обогащают представления обучающихся по теме, упорядочивают и закрепляют знания.

Деловая игра, как средство моделирования разнообразных условий профессиональной деятельности (включая экстремальные), показывает им возможность выбора этой сферы деятельности в качестве будущей профессии.

Ролевая игра позволяет участникам представить себя в предложенной ситуации, ощутить те или иные состояния более реально, почувствовать последствия тех или иных действий и принять решение.

Лекция с разбором конкретных ситуаций используется в качестве пролога к последующей части практики.

Планируемые результаты.

По окончании **1 года обучения**, учащиеся должны *знать*:

- принципы построения модели;
- структуру и принципы написания кода;
- синтаксис языка;
- основные виды языков программирования и области их применения.

Уметь:

- переходить от прикладной задачи к модели;
- получать и обновлять программное обеспечение для полноценной реализации модели;
- читать и устранять возникающие ошибки кода;
- настраивать и проверять работу кода.

Владеть:

- принципами построения для моделей прикладных задач;
- математическим аппаратом алгоритмизации и обработки информации.

По окончании **2 года обучения**, учащиеся должны *знать*:

- теоретические основы, методы и средства построения, функционирования и проектирования процесса математического моделирования;
- принципы построения базовых моделей, создание шаблонов;
- структуру и принципы написания кода, и его верификация;
- синтаксис языка программирования;
- основные виды языков программирования и области их применения;
- основные методы обучения математическому и алгоритмическому моделированию;
- основные методы математического и алгоритмического моделирования при анализе задач прикладного характера.

Уметь:

- осуществлять ввод, обработку и поиск информации;
- переходить от прикладной задачи к модели;
- получать и обновлять программное обеспечение для полноценной реализации модели;
- читать и устранять возникающие ошибки кода;
- настраивать и проверять работу кода;
- распределять роли в командной работе;
- размещать модель на платформах продвижения (android, ios);
- использовать современные информационно-коммуникационные технологии для сбора, обработки и анализа информации;
- работать с программными средствами общего назначения, соответствующие современным требованиям

Владеть:

- принципами построения моделей для прикладных задач;
- математическим аппаратом алгоритмизации и обработки информации.

Механизм оценивания образовательных результатов.

Для выявления уровня усвоения содержания программы и своевременного внесения коррекции в образовательный процесс, проводится текущий контроль.

Механизм оценивания текущего контроля.

Низкий уровень. Требуется постоянные пояснения педагога при моделировании эскиза.

Средний уровень. Нуждается в пояснении последовательности работы, но способен, после объяснения к самостоятельным действиям.

Высокий уровень. Самостоятельно выполняет операции при моделировании эскиза.

Формы подведения итогов реализации программы.

Итоговый контроль проводится по окончании освоения программы в виде защиты проектов.

Требования к проекту:

- Работа может выполняться группами или индивидуально.

- Поощряется активное использование современных методов работы с информацией.
- Работа представляется в напечатанном виде и в виде презентации проекта, с указанием имени автора, название работы.
- При оценивании учитывается: актуальность и важность поставленных проблем; самостоятельность разработки проекта; новизна и неординарность подхода; анализ полученных данных; подведение итогов.
- Критерии оценки выступления: свободное владение материалом; качество ответов на вопросы, аргументированность.

Механизм оценивания итогового контроля:

Низкий уровень. Требуется постоянные пояснения педагога при сборке и моделировании конструкции.

Средний уровень. Нуждается в пояснении последовательности работы, но способен, после объяснения к самостоятельным действиям.

Высокий уровень. Самостоятельно выполняет операции при проектировании и сборке конструкции.

По итогам освоения программы обучающимся выдается свидетельство об окончании.

Организационно-педагогические условия реализации дополнительной общеразвивающей программы.

Образовательный процесс осуществляется на основе учебного плана, рабочей программы и регламентируется расписанием занятий. В качестве нормативно-правовых оснований проектирования данной программы выступает Федеральный закон Российской Федерации от 29.12.2012 г. №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации», приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 09.11.2018 № 196 "Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам" (Зарегистрировано в Минюсте России 29.11.2018 N 52831).

Указанные нормативные основания позволяют образовательному учреждению разрабатывать образовательные программы с учетом интересов и возможностей обучающихся.

Материально-техническое обеспечение реализации программы:

1. учебная аудитория – 1;
2. компьютер – 15 шт.;
3. многофункциональная тач панель на мобильной стойке – 1 шт.

Оценочные и методические материалы.

Научно-методическое обеспечение реализации программы направлено на обеспечение широкого, постоянного и устойчивого доступа для всех участников образовательного процесса к любой информации, связанной с реализацией общеразвивающей программы, планируемыми результатами, организацией образовательного процесса и условиями его осуществления.

Вся оценочная система делится на три уровня сложности:

1. Обучающийся может ответить на общие вопросы по большинству тем, с помощью педагога может построить и объяснить принцип работы одной из установок (на выбор).

2. Обучающийся отвечает на все вопросы, поднимаемые за период обучения. Может самостоятельно построить и объяснить принцип действия и особенности любой из предложенных ему установок.

3. Обучающийся отвечает на все вопросы, поднимаемые за период обучения. Может самостоятельно построить и объяснить принцип действия и особенности любой из предложенных ему установок. Но, располагает сведениями сверх программы, проявляет интерес к теме. Проявил инициативу при выполнении конкурсной работы или проекта. Вносил предложения, имеющие смысл.

Кроме того, весь курс делится на разделы. Успехи обучающегося оцениваются так же и по разделам теории и практики.

Методическое обеспечение

Обеспечение программы предусматривает наличие следующих методических видов продукции:

- электронные учебники;
- экранные видео лекции, Screencast (экранное видео - записываются скриншоты (статические кадры экрана) в динамике);
- видеоролики;
- информационные материалы на сайте, посвященном данной дополнительной общеобразовательной программе;
- мультимедийные интерактивные домашние работы, выдаваемые обучающимся на каждом занятии.

По результатам работ всей группы будет создаваться мультимедийное интерактивное издание, которое можно будет использовать не только в качестве отчетности о проделанной работе, но и как учебный материал для следующих групп обучающихся.

Методы, в основе которых располагается уровень деятельности учащихся:

- исследовательский – самостоятельная творческая работа учащихся;
- репродуктивный – учащиеся воспроизводят полученные знания и освоенные способы деятельности. объяснительно-иллюстративный – дети воспринимают и усваивают готовую информацию;
- частично-поисковый – участие детей в коллективном поиске, решение поставленной задачи совместно с педагогом.

Методы, в основе которых лежит способ организации занятия:

- наглядный (показ мультимедийных материалов, иллюстраций, наблюдение, показ (выполнение) педагогом, работа по образцу и др.);
- практический (выполнение работ по инструкционным чертежам, схемам и др.);
- словесный (беседа, лекция и т.д.).

Методы, в основе которых лежит форма организации деятельности обучающихся на занятиях:

При осуществлении образовательного процесса применяются следующие методы:

- проблемного изложения, исследовательский (для развития самостоятельности мышления, творческого подхода к выполняемой работе, исследовательских умений);
- объяснительно-иллюстративный (для формирования знаний и образа действий);
- репродуктивный (для формирования умений, навыков и способов деятельности);
- словесный -объяснение, беседа, лекция (для формирования сознания);

Информационное обеспечение реализации программы: учебно-развивающие программные среды – среда программирования Python 3.8, Wing 101, PyCharm Community.

Кадровое обеспечение реализации программы.

Реализацию программы осуществляют квалифицированные специалисты, имеющие профессиональное образование в технической области.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН 1 год обучения (112 часов).

| № п/п | Наименование разделов, дисциплин и тем | Всего, час. | в том числе | | | Форма контроля |
|-------|---|-------------|-------------|----------------|-------------|-------------------------|
| | | | Лекции | Практ. занятия | Сам. работа | |
| 1 | Техника безопасности, введение в простые механизмы. | 3 | 1 | 2 | 0 | Устный опрос, рефлексия |
| 2 | Основы языка программирования Python | 10 | 2 | 5 | 3 | |
| 2.1 | Компиляторы языка Python | 2 | 1 | | 1 | Текущий контроль |
| 2.2 | Anaconda и среды программирования для языка Python | 1 | 1 | | | Устный опрос, рефлексия |
| 2.3 | Типы и операции языка Python | 1 | | 1 | | Устный опрос, рефлексия |
| 2.4 | Числа и динамическая типизация | 1 | | 1 | | Устный опрос, рефлексия |
| 2.5 | Строки, списки и словари | 1 | | 1 | | Устный опрос, рефлексия |
| 2.6 | Инструкции и синтаксис языка Python | 1 | | 1 | | Устный опрос, рефлексия |
| 2.7 | Функции, интерпретаторы и генераторы | 2 | | 1 | 1 | Текущий контроль |
| 3 | Open-source библиотеки и пакеты для языка Python | 8 | 1 | 5 | 2 | |

| | | | | | | |
|----------|---|-----------|----------|----------|----------|---------------------------------------|
| 3.1 | Подключаемые модули языка Python | 2 | 1 | | 1 | Текущий контроль |
| 3.2 | Пакеты модулей | 1 | | 1 | | Устный опрос, рефлексия |
| 3.3 | Дополнительные возможности модулей | 1 | | 1 | | Устный опрос, рефлексия |
| 3.4 | Библиотеки: numpy, scipy, sympy, math, matplotlib | 3 | | 2 | 1 | Текущий контроль |
| 3.5 | Промежуточное тестирование | 1 | | 1 | | тест |
| 4 | Системы координат в задачах динамики | 10 | 3 | 5 | 2 | |
| 4.1 | Декартовы и полярные координаты | 2 | 1 | 1 | | Устный опрос, рефлексия |
| 4.2 | Вращения систем координат | 2 | 1 | 1 | | Устный опрос, рефлексия |
| 4.3 | Задание материальных точек в различных системах координат | 2 | | 1 | 1 | Текущий контроль |
| 4.4 | Преобразования координат | 2 | 1 | 1 | | Устный опрос, рефлексия |
| 4.5 | Кривые второго порядка в различных системах координат | 2 | | 1 | 1 | Текущий контроль |
| 5 | Постановка дифференциальных уравнений задач динамики | 6 | 1 | 3 | 2 | |
| 5.1 | Первый и второй законы Ньютона в дифференциальной форме | 3 | 1 | 1 | 1 | Текущий контроль |
| 5.2 | Векторная и скалярная формы записи сил, действующих на материальную точку | 2 | | 1 | 1 | Текущий контроль |
| 5.3 | Промежуточное тестирование | 1 | | 1 | | тест |
| 6 | Решение дифференциальных уравнений библиотеками языка Python | 4 | | 2 | 2 | |
| 6.1 | Встроенные функции dsolve в библиотеках: sympy и scipy | 4 | | 2 | 2 | Текущий контроль |
| 7 | Визуальное моделирование задач динамики в библиотеке Matplotlib | 8 | | 5 | 3 | |
| 7.1 | Построение двумерных графиков в библиотеке matplotlib | 3 | | 2 | 1 | Текущий контроль |
| 7.2 | Графический вывод решения дифференциальной задачи на базе библиотеки matplotlib | 2 | | 2 | | Устный опрос, рефлексия |
| 7.3 | Подготовка к итоговому тестированию | 2 | | | 2 | Текущий контроль |
| 7.4 | Итоговое тестирование | 1 | | 1 | | тест |
| 8 | Подготовка и презентация проектов детей | 8 | | 4 | 4 | |
| 8.1 | Подготовка отчёта о проведённом проекте | 2 | | 1 | 1 | Устный опрос, рефлексия |
| 8.2 | Создание презентации | 4 | | 1 | 3 | Устный опрос, рефлексия |
| 8.3 | Защита проектов | 2 | | 2 | | Защита проектов первого года обучения |
| 9 | Трёхмерные графики в библиотеке Matplotlib | 8 | 3 | 3 | 2 | |

| | | | | | | |
|------|--|-----------|----------|----------|----------|-------------------------|
| 9.1 | Операторы plot_surface и LightSource | 3 | 1 | 2 | | Устный опрос, рефлексия |
| 9.2 | Задание трехмерных осей в библиотеке Matplotlib | 3 | 1 | 1 | 1 | Текущий контроль |
| 9.3 | Вывод графика в файл и plt.show() | 2 | 1 | | 1 | Текущий контроль |
| 10 | Создание анимаций в библиотеке Matplotlib | 8 | 2 | 4 | 2 | |
| 10.1 | Операторы FuncAnimation и ArtistAnimation | 3 | 1 | 1 | 1 | Текущий контроль |
| 10.2 | Аргументы frames, update и blit | 2 | | 1 | 1 | Текущий контроль |
| 10.3 | Вывод анимации в файл и plt.show() | 2 | 1 | 1 | | Устный опрос, рефлексия |
| 10.4 | Промежуточное тестирование | 1 | | 1 | | тест |
| 11 | Считывание и запись данных в файл на языке Python | 10 | 2 | 6 | 3 | |
| 11.1 | Функции open, write и close | 3 | 1 | 1 | 1 | Текущий контроль |
| 11.2 | Функция dir | 2 | | 2 | | Устный опрос, рефлексия |
| 11.3 | Различные форматы данных | 2 | 1 | | 1 | Текущий контроль |
| 11.4 | Записывание множеств и списков в текстовый файл | 3 | | 2 | 1 | Текущий контроль |
| 12 | Решение систем дифференциальных уравнений библиотеками языка Python | 10 | 2 | 4 | 4 | |
| 12.1 | Сложные задачи динамики и системы дифференциальных уравнений | 4 | 1 | 2 | 1 | Текущий контроль |
| 12.2 | Дополнительные задачи общей физики | 3 | 1 | 1 | 1 | Текущий контроль |
| 12.3 | Подготовка к итоговому тестированию | 2 | | | 2 | Текущий контроль |
| 12.4 | Итоговое тестирование | 1 | | 1 | | тест |
| 13 | Постановка задачи личного проекта и выработка путей её решения | 10 | | 5 | 5 | |
| 13.1 | Придумывание собственных задач детьми | 3 | | 1 | 2 | Текущий контроль |
| 13.2 | Разработка плана решения задачи | 2 | | 1 | 1 | Текущий контроль |
| 13.3 | Определение начальных параметров задачи | 2 | | 1 | 1 | Текущий контроль |
| 13.4 | Постановка дифференциального уравнения придуманной задачи | 3 | | 2 | 1 | Текущий контроль |
| 14 | Подготовка и презентация проектов детей | 10 | | 6 | 4 | |
| 14.1 | Подготовка отчёта о проведённом проекте | 2 | | 1 | 1 | Текущий контроль |

| | | | | | | |
|------|--|-----|--|---|---|-------------------------|
| 14.2 | Создание презентации | 4 | | 1 | 3 | Текущий контроль |
| 14.3 | Доклад о результатах проекта перед участниками курса | 2 | | 2 | | Устный опрос, рефлексия |
| 14.4 | Ответы на вопросы | 2 | | 2 | | Устный опрос, рефлексия |
| | ИТОГО: | 112 | | | | |

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

1 год обучения (112 часов, 4 часа в неделю).

Тема 1. Техника безопасности, введение в простые механизмы. (3 ч.).

Теория: Правила работы в лаборатории и организация рабочего места. Инструктаж по технике безопасности.

Практика: Упражнения на организацию рабочего места.

По завершении темы предусмотрен устный опрос.

Тема 2. Основы языка программирования Python (10 ч.).

Теория: Теоретическое занятие по базовым принципам использования операторов и построения программы; условные и циклические операторы; ввод и вывод информации.

Практика: Практическое занятие по базовым принципам использования операторов и построения программы; условные и циклические операторы; ввод и вывод информации.

По завершении темы предусмотрен устный опрос.

Тема 3. Open-source библиотеки и пакеты для языка Python (8 ч.).

Теория: Теоретическое занятие по установке open-source библиотек и пакетов, справочная информация, запуск тестовых алгоритмов; подключение библиотек для конкретных задач.

Практика: Практическое занятие по установке open-source библиотек и пакетов, справочная информация, запуск тестовых алгоритмов; подключение библиотек для конкретных задач.

По завершении темы предусмотрена самостоятельная работа: использование средств библиотек и пакетов для решения типовых задач программирования.

Тема 4. Системы координат в задачах динамики (10 ч.).

Теория: Теоретическое по решению уравнений динамики одного тела; операции с векторами и расчёт равнодействующей для нескольких сил в различных системах координат.

Практика: Практическое занятие по решению уравнений динамики одного тела; операции с векторами и расчёт равнодействующей для нескольких сил в различных системах координат.

По завершении темы предусмотрена самостоятельная работа: задание и преобразование координат в различных системах.

Тема 5. Постановка дифференциальных уравнений задач динамики (6 ч.).

Теория: Теоретическое занятие по постановке начальных и граничных условий для различных задач; определение полноты дифференциального уравнения и условий его решения.

Практика: Практическое занятие по постановке начальных и граничных условий для различных задач; определение полноты дифференциального уравнения и условий его решения.

По завершении темы предусмотрена самостоятельная работа: Постановка дифференциальной задачи для нескольких словесных описаний задач из предложенных.

Тема 6. Решение дифференциальных уравнений библиотеками языка Python (4 ч.).

Теория: Теоретическое занятие по изучению встроенных методов численного решения уравнений; управляющие параметры и способы вывода результатов численного решения.

Практика: Практическое занятие по изучению встроенных методов численного решения уравнений; управляющие параметры и способы вывода результатов численного решения.

По завершении темы предусмотрена самостоятельная работа: численное решение дифференциальных уравнений с различными типами начальных и граничных условий.

Тема 7. Визуальное моделирование задач динамики в библиотеке Matplotlib (8 ч.).

Теория: Теоретическое занятие по использованию Matplotlib: подключение библиотеки, выбор способа построения графика, параметры отображения графика, подписи и параметры осей, отображение нескольких графиков на едином поле.

Практика: Практическое занятие по использованию Matplotlib: подключение библиотеки, выбор способа построения графика, параметры отображения графика, подписи и параметры осей, отображение нескольких графиков на едином поле.

По завершении темы предусмотрена самостоятельная работа: построение двумерных графиков типовых функций, построение нескольких графиков на едином поле.

Тема 8. Подготовка и презентация проектов детей (10 ч.).

Теория: Консультации по созданию работ и проектов обучающихся. Тренинг по защите проекта.

Практика: Разработка и печать работ и итоговых проектов обучающихся.

По завершении темы предусмотрен творческий отчет обучающихся.

Тема 9. Трёхмерные графики в библиотеке Matplotlib (8 ч.).

Теория: Теоретическое занятие по построению трёхмерных графиков: форматирование входных данных, определение параметров отображения графика.

Практика: Практическое занятие по построению трёхмерных графиков: форматирование входных данных, определение параметров отображения графика.

По завершении темы предусмотрена самостоятельная работа: построение трёхмерных графиков простых аналитических функций; построение графика по заданным точкам с интерполированием.

Тема 10. Создание анимаций в библиотеке Matplotlib (8 ч.).

Теория: Теоретическое занятие по использованию функций трёх переменных для иллюстрации движения; входные параметры отображения и настройки воспроизведения.

Практика: Практическое занятие по использованию функций трёх переменных для иллюстрации движения; входные параметры отображения и настройки воспроизведения.

По завершении темы предусмотрена самостоятельная работа: анимирование ранее выполненного аналитического решения одной из задач динамики

Тема 11. Считывание и запись данных в файл на языке Python (10 ч.).

Теория: Теоретическое занятие по считыванию данных из файла в массивы различных переменных, и обратную запись рассчитанных данных в файл.

Практика: Практическое занятие по считыванию данных из файла в массивы различных переменных, и обратную запись рассчитанных данных в файл.

По завершении темы предусмотрена самостоятельная работа: считывание параметров решения задачи из файла и запись результата в другой файл в виде двумерного массива значений.

Тема 12. Решение систем дифференциальных уравнений библиотеками языка Python (10 ч.).

Теория: Теоретическое занятие по постановке и численному решению систем уравнений с помощью встроенных функций и подключаемых библиотек.

Практика: Практическое занятие по постановке и численному решению систем уравнений с помощью встроенных функций и подключаемых библиотек.

По завершении темы предусмотрена самостоятельная работа: решение простой системы из трёх линейных дифференциальных уравнений, отражающих физическую сущность задачи

Тема 13. Подготовка к защите проектов (10 ч.).

Теория: Консультации по созданию работ и проектов обучающихся. Тренинг по защите проекта.

Практика: Разработка и печать работ и итоговых проектов обучающихся.

По завершении темы предусмотрен творческий отчет обучающихся.

Тема 14. Защита проектов (10 ч.).

Теория: Просмотр итоговых проектов.

Практика: Подведение итогов индивидуальных достижений.

По завершении первого года обучения обучающимся должен быть представлен дизайн - проект, содержащего необходимые чертежи и размеры. Проект может быть заявлен на участие в областных соревнованиях и олимпиадах и выставках НТТМ.

УЧЕБНЫЙ ПЛАН.
2 год обучения (112 часов).

| № п/п | Наименование разделов, дисциплин и тем | Всего, час. | в том числе | | | Форма контроля |
|-------|--|-------------|-------------|----------------|-------------|-------------------------|
| | | | Лекции | Практ. занятия | Сам. работа | |
| 1 | Техника безопасности, введение в простые механизмы | 3 | 1 | 2 | 0 | Устный опрос, рефлексия |
| 2 | Задачи динамики, сводящиеся к диф. уравнениям | 10 | 2 | 5 | 3 | |
| 2.1 | Динамика в законах Ньютона | 2 | 1 | | 1 | Текущий контроль |
| 2.2 | Динамика в задачах атомной физики | 1 | 1 | | | Устный опрос, рефлексия |
| 2.3 | Термодинамические задачи | 1 | | 1 | | Устный опрос, рефлексия |
| 2.4 | Динамика микроорганизмов | 1 | | 1 | | Устный опрос, рефлексия |
| 2.5 | Динамика в задачах экономики | 1 | | 1 | | Устный опрос, рефлексия |
| 2.6 | Динамика в задачах зоологии | 1 | | 1 | | Устный опрос, рефлексия |
| 2.7 | Динамика в задачах астрономии | 2 | | 1 | 1 | Текущий контроль |
| 3 | Центральные силовые поля | 8 | 1 | 5 | 2 | |
| 3.1 | Закон Всемирного тяготения | 2 | 1 | | 1 | Текущий контроль |
| 3.2 | Задачи гравитационных систем | 1 | | 1 | | Устный опрос, рефлексия |
| 3.3 | Закон Кулона | 1 | | 1 | | Устный опрос, рефлексия |
| 3.4 | Задачи заряженных систем | 3 | | 2 | 1 | Текущий контроль |
| 3.5 | Промежуточное тестирование | 1 | | 1 | | тест |
| 4 | Задача N-тел | 10 | 3 | 5 | 2 | |
| 4.1 | Нецентральные поля | 2 | 1 | 1 | | Устный опрос, рефлексия |
| 4.2 | Задача двух тел (задача Кеплера) | 2 | 1 | 1 | | Устный опрос, рефлексия |

| | | | | | | |
|------|---|----------|----------|----------|----------|---------------------------------------|
| 4.3 | Задача трех тел | 2 | | 1 | 1 | Текущий контроль |
| 4.4 | Задача многих взаимодействующих тел | 2 | 1 | 1 | | Устный опрос, рефлексия |
| 4.5 | Генераторы систем взаимодействующих частиц | 2 | | 1 | 1 | Текущий контроль |
| 5 | 3D-объекты и анимация | 6 | 1 | 3 | 2 | |
| 5.1 | Протяженные трехмерные объекты | 3 | 1 | 1 | 1 | Текущий контроль |
| 5.2 | Векторные поля для изображения физических полей | 2 | | 1 | 1 | Текущий контроль |
| 5.3 | Промежуточное тестирование | 1 | | 1 | | тест |
| 6 | Однородное магнитное поле | 4 | | 2 | 2 | |
| 6.1 | Сила Лоренца | 4 | | 2 | 2 | Текущий контроль |
| 7 | Неоднородное магнитное поле | 8 | | 5 | 3 | |
| 7.1 | Векторное произведение | 3 | | 2 | 1 | Текущий контроль |
| 7.2 | Дипольное поле | 2 | | 2 | | Устный опрос, рефлексия |
| 7.3 | Подготовка к итоговому тестированию | 2 | | | 2 | Текущий контроль |
| 7.4 | Итоговое тестирование | 1 | | 1 | | тест |
| 8 | Подготовка и презентация проектов детей | 8 | | 4 | 4 | |
| 8.1 | Подготовка отчёта о проведённом проекте | 2 | | 1 | 1 | Устный опрос, рефлексия |
| 8.2 | Создание презентации | 4 | | 1 | 3 | Устный опрос, рефлексия |
| 8.3 | Защита проектов | 2 | | 2 | | Защита проектов первого года обучения |
| 9 | Уравнение Лагранжа первого рода | 8 | 3 | 3 | 2 | |
| 9.1 | Расчет производных численными методами | 3 | 1 | 2 | | Устный опрос, рефлексия |
| 9.2 | Уравнения связи | 3 | 1 | 1 | 1 | Текущий контроль |
| 9.3 | Множитель Лагранжа | 2 | 1 | | 1 | Текущий контроль |
| 10 | Уравнение Лагранжа II рода | 8 | 2 | 4 | 2 | |
| 10.1 | Обобщенные системы координат | 3 | 1 | 1 | 1 | Текущий контроль |
| 10.2 | Функция Лагранжа | 2 | | 1 | 1 | Текущий контроль |

| | | | | | | |
|-----------|---|------------|----------|----------|----------|-------------------------|
| 10.3 | Уравнение динамики частиц в рамках Лагранжева Формализма | 2 | 1 | 1 | | Устный опрос, рефлексия |
| 10.4 | Промежуточное тестирование | 1 | | 1 | | тест |
| 11 | Протяженные объекты | 10 | 2 | 5 | 3 | |
| 11.1 | Сферические объекты | 3 | 1 | 1 | 1 | Текущий контроль |
| 11.2 | Объекты произвольной формы | 2 | | 2 | | Устный опрос, рефлексия |
| 11.3 | Вращение объектов вокруг определенной оси | 2 | 1 | | 1 | Текущий контроль |
| 11.4 | Углы Эйлера | 3 | | 2 | 1 | Текущий контроль |
| 12 | Столкновение сферических протяженных объектов | 10 | 2 | 4 | 4 | |
| 12.1 | Определение точки соприкосновения объектов | 4 | 1 | 2 | 1 | Текущий контроль |
| 12.2 | Определение результирующего вращения после столкновения | 3 | 1 | 1 | 1 | Текущий контроль |
| 12.3 | Подготовка к итоговому тестированию | 2 | | | 2 | Текущий контроль |
| 12.4 | Итоговое тестирование | 1 | | 1 | | тест |
| 13 | Постановка задачи личного проекта и выработка путей её решения | 10 | | 5 | 5 | |
| 13.1 | Придумывание собственных задач детьми | 3 | | 1 | 2 | Текущий контроль |
| 13.2 | Разработка плана решения задачи | 2 | | 1 | 1 | Текущий контроль |
| 13.3 | Определение начальных параметров задачи | 2 | | 1 | 1 | Текущий контроль |
| 13.4 | Постановка дифференциального уравнения придуманной задачи | 3 | | 2 | 1 | Текущий контроль |
| 14 | Подготовка и презентация проектов детей | 10 | | 6 | 4 | |
| 14.1 | Подготовка отчёта о проведённом проекте | 2 | | 1 | 1 | Текущий контроль |
| 14.2 | Создание презентации | 4 | | 1 | 3 | Текущий контроль |
| 14.3 | Доклад о результатах проекта перед участниками курса | 2 | | 2 | | Устный опрос, рефлексия |
| 14.4 | Ответы на вопросы | 2 | | 2 | | Устный опрос, рефлексия |
| | ИТОГО: | 112 | | | | |

СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

2 год обучения (112 часов, 4 часа в неделю).

Тема 1. Техника безопасности, введение в простые механизмы (3 ч.).

Теория: Правила работы в лаборатории и организация рабочего места. Инструктаж по технике безопасности.

Практика: Упражнения на организацию рабочего места.

По завершении темы предусмотрен устный опрос.

Тема 2. Задачи динамики, сводящиеся к диф. уравнениям (10 ч.).

Теория: Теоретическое занятие по обзору базовых задач, сводящихся к дифференциальным уравнениям.

Практика: Практическое занятие по обзору базовых задач, сводящихся к дифференциальным уравнениям.

По завершении темы предусмотрен устный опрос.

Тема 3. Центральные силовые поля (8 ч.).

Теория: Теоретическое занятие по моделированию движения заряженных и массивных частиц в электрическом и гравитационном центральных полях (законы Всемирного тяготения и Кулона).

Практика: Практическое занятие по моделирование движения заряженных и массивных частиц в электрическом и гравитационном центральных полях (законы Всемирного тяготения и Кулона).

По завершении темы предусмотрена самостоятельная работа.

Тема 4. Задача N-тел (10 ч.).

Теория: Теоретическое по обзору численного решения задачи взаимодействия многих тел друг с другом.

Практика: Практическое занятие по обзору численного решения задачи взаимодействия многих тел друг с другом.

По завершении темы предусмотрена самостоятельная работа.

Тема 5. 3D-объекты и анимация (6 ч.).

Теория: Теоретическое занятие по введению в методы визуализации и анимирования данных трехмерной (3D) графики.

Практика: Практическое занятие по введению в методы визуализации и анимирования данных трехмерной (3D) графики.

По завершении темы предусмотрена самостоятельная работа.

Тема 6. Однородное магнитное поле (4 ч.).

Теория: Теоретическое занятие по решению задач на динамику заряженной частицы, двигающейся в однородном магнитном поле.

Практика: Практическое занятие по решению задач на динамику заряженной частицы, двигающейся в однородном магнитном поле.

По завершении темы предусмотрена самостоятельная работа.

Тема 7. Неоднородное магнитное поле (8 ч.).

Теория: Теоретическое занятие по решению задач на динамику заряженной частицы, двигающейся в неоднородном магнитном поле.

Практика: Практическое занятие по решению задач на динамику заряженной частицы, двигающейся в неоднородном магнитном поле.

По завершении темы предусмотрена самостоятельная работа.

Тема 8. Подготовка и презентация проектов детей (10 ч.).

Теория: Консультации по созданию работ и проектов обучающихся. Тренинг по защите проекта.

Практика: Разработка и печать работ и итоговых проектов обучающихся.

По завершении темы предусмотрен творческий отчет обучающихся.

Тема 9. Уравнение Лагранжа первого рода (8 ч.).

Теория: Теоретическое занятие по введению в теорию связей, описывающих движение частиц по различным поверхностям.

Практика: Практическое занятие по введению в теорию связей, описывающих движение частиц по различным поверхностям.

По завершении темы предусмотрена самостоятельная работа.

Тема 10. Уравнение Лагранжа II рода (8 ч.).

Теория: Теоретическое занятие по обзору уравнений движения механической системы, получаемые при применении лагранжева формализма.

Практика: Практическое занятие по обзору уравнений движения механической системы, получаемые при применении лагранжева формализма.

По завершении темы предусмотрена самостоятельная работа.

Тема 11. Протяженные сферические объекты (10 ч.).

Теория: Теоретическое занятие по моделированию взаимодействия протяженных сферических объектов с различными внешними (координаты и скорости) и внутренними (размер, цвет, траектория и т.п.) параметрами.

Практика: Практическое занятие по моделированию взаимодействия протяженных сферических объектов с различными внешними (координаты и скорости) и внутренними (размер, цвет, траектория и т.п.) параметрами.

По завершении темы предусмотрена самостоятельная работа.

Тема 12. Столкновение сферических протяженных объектов (10 ч.).

Теория: Теоретическое занятие по введению в теорию удара протяженных сферических объектов. Масштабы моделирования задач $\in (10^{-3}, 10^3)$ м.

Практика: Практическое занятие по введению в теорию удара протяженных сферических объектов. Масштабы моделирования задач $\in (10^{-3}, 10^3)$ м.

По завершении темы предусмотрена самостоятельная работа.

Тема 13. Подготовка к защите проектов (10 ч.).

Теория: Консультации по созданию работ и проектов обучающихся. Тренинг по защите проекта.

Практика: Разработка и печать работ и итоговых проектов обучающихся.

По завершении темы предусмотрен творческий отчет обучающихся.

Тема 14. Защита проектов (10 ч.).

Теория: Прссмотр итоговых проектов.

Практика: Подведение итогов индивидуальных достижений.

По завершении первого года обучения обучающимся должен быть представлен дизайн - проект, содержащего необходимые чертежи и размеры.

Проект может быть заявлен на участие в областных соревнованиях и олимпиадах и выставках НТТМ.

Список литературы

Нормативные правовые акты

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 № 273-ФЗ.
2. Указ Президента Российской Федерации «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки» от 07.05.2012 № 599
3. Указ Президента Российской Федерации «О мероприятиях по реализации государственной социальной политики» от 07.05.2012 № 597.
4. Распоряжение Правительства РФ от 30 декабря 2012 г. №2620-р.
5. Проект межведомственной программы: развития дополнительного образования детей в Российской Федерации до 2020 года.
6. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 09.11.2018 № 196 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам».
7. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 04.07.2014 N 41 «Об утверждении СанПиН 2.4.4.3172-14 «Санитарно-эпидемиологические требования к устройству, содержанию и организации режима работы образовательных организаций дополнительного образования детей».

Литература, педагогические издания и методические материалы для преподавателя:

1. Лутц М. Программирование на Python. Т. 1 / М. Лутц. — М.: Символ, 2016.
2. Лутц М. Программирование на Python. Т. 2 / М. Лутц. — М.: Символ, 2016.
3. Кузьменко Н.Г. Компьютерные сети и сетевые технологии / Н.Г. Кузьменко. — СПб.: Наука и техника, 2013.
4. Максимов Н. В. Архитектура ЭВМ и вычислительных систем / Н.В. Максимов, И.И. Попов, Т.Л. Партыка. — М.: Форум, Инфра-М, 2013.

Тематические веб-ресурсы

1. Основы программирования на языке Python для начинающих. — Режим доступа: — Режим доступа: [https:// pythonworld.ru/samouchitel-python](https://pythonworld.ru/samouchitel-python)
2. Основы программирования на языке Python для начинающих. — Режим доступа: <https://itproger.com/>

Литература, педагогические издания и методические материалы для учащихся:

1. Браун Э. Изучаем JavaScript. Руководство по созданию современных веб-сайтов, М.: Альфа-книга, 2017.
2. Роббинс Д. Н. HTML5, CSS3 и JavaScript. Исчерпывающее руководство, М.: Эксмо, 2014. — 528 с. 3. Scratch и Arduino для юных программистов и конструкторов/ Ю. А. Винницкий, А. Т. Григорьев. — СПб.: БХВ-Петербург, 2018.

Тематические веб-ресурсы

1. Программирование на Python. — Режим доступа: [https:// stepik.org](https://stepik.org)

2. Книги по изучению Python, Swift, JavaScript для начинающих. — Режим доступа: <https://bookflow.ru/knigi-poprogrammirovaniyu-dlya-detej/>

3. Свободно распространяемая программная система для изучения азов программирования дошкольниками и младшими школьниками. — Режим доступа: <https://piktomir.ru/>