

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение
муниципального образования город Краснодар
лицей № 64 имени Вадима Миронова

ПРИНЯТО
На заседании МО учителей
естественнонаучных дисциплин
Протокол № 1
от «29» августа 2024 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА КУРСА ВНЕУРОЧНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Инженерам будущего: теория, практика,
исследования

технологический/ инженерно-математическая
направленность
(наименование профиля подготовки)

для обучающихся 10-11 классов

Разработала:
Спицына
Любовь
Ивановна,
учитель физики

г. Краснодар, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

Пояснительная записка	-
1. Содержание программы	-
2. Планируемые результаты.....	-
3. Календарно-тематическое планирование	-
4. Способы оценки достижения учащимися планируемых результатов	-
5. Рекомендуемая литература.	-
6. Материально-техническое обеспечение	-
7. Методическое обеспечение.....	-

Пояснительная записка

Актуальность программы:

В школьном образовании современной России стратегической целью стала необходимость обеспечить у старшеклассников высокую степень сформированности интереса к инженерно-техническим специальностям. Для успешного обучения инженерно-техническим профессиям и последующей деятельности в различных отраслях промышленности и производства выпускникам профильных классов общеобразовательных школ необходима визуализация мысли через развитое пространственное воображение, сформированные базовые навыки логического мышления. Поэтому лейтмотивом программы могу считать слова психолога Мастерова Б.М.: «Саморазвитие есть творчество, обращенное на свою личность».

Потребность в притоке квалифицированных инженерных кадров и технических специалистов среднего звена в стране настолько остра, что кроме предпринимаемых правительством мер по реализации намеченных программ, необходима и эффективная внеурочная деятельность в содружестве и сотворчестве «учитель-ученик» на уровне профильного школьного образования.

Новизна программы: Проектирование программы предполагает, что отобранный учителем для курса или подготовленный самими слушателями разнообразный историко-познавательный, образовательно-технический, иллюстрационный материал, в сочетании с индивидуальной исследовательской и проектной деятельностью старшеклассников по темам курса, будут способствовать расширению универсальных учебных действий каждого учащегося и обеспечат соответствие компетентностной парадигме лицейского среднего общего образования.

Содержание авторской программы интегрированное, рассчитанное на общее знакомство с технологиями и оборудованием в области потенциальных будущих инженерных профессий старшеклассников. Содержание программы выходит за рамки школьного курса профильной физики, предлагая знакомство, а в некоторых случаях опережающее освоение, с производственно-технологическими терминами и определениями, основами технического черчения, изучение основ прикладной механики, особенностей процессов производства электроэнергии и основных типов улов и механизмов, применяемых в технике. Содержанием курса предусмотрено освещение вопросов истории изобретений, развития и применения различных устройств и механизмов, что помогает раскрыть творческий характер исследовательской и изобретательской деятельности человечества в областях технической инженерии.

Автором программы уделено внимание основанным на ранее изученных законах физики принципам действия технологических устройств, сделан акцент на знакомство с историей изобретений, деятельности ученых и изобретателей, эволюцию машин и механизмов в электроэнергетике и переработке нефти, проектируется проведение исследований технических характеристик устройств, используемых в повседневной жизни.

Цель программы: формирование базового представления об инженерных специальностях и метапредметных компетенций старшеклассников через теоретическое и практико-исследовательское изучение основ инженерных наук, подготовка старшеклассников через принятие личностно-значимых решений к осознанию собственных профессиональных приоритетов.

Задачи программы:

- образовательные:

*расширение (формирование) естественнонаучного мировоззрения старшеклассников;

*расширение познавательно-исследовательского интереса к физике как науке, лежащей в основе технологических процессов различных инженерно-технических направлений;

*знакомство с основами профессий в топливо-энергетическом комплексе и машиностроении, связанных с конструированием или использованием контрольно-измерительных приборов и технических устройств различного назначения;

*формирование устойчивой мотивации к истории науки через изучение истории создания устройств и современной техники различного назначения;

*углубление понимания значения физических законов для овладения практическими навыками и профессиональными умениями в дальнейшем образовании;

*расширение базовых знаний в области технического черчения, практического опыта графической деятельности, в том числе с применением ИКТ-технологий;

*использование технических возможностей инженерного класса лицея, компьютерного оборудования кабинета физики, информационных технологий для проведения учебных исследований и экспериментально-проектной деятельности с целью практического освоения физики как фундаментальной и прикладной науки;

- воспитательные:

*повышение мотивации к разработке собственных макетов и моделей, изобретательству;

*подготовка к осознанному выбору будущей профессии через систему виртуальных и ознакомительных экскурсий на предприятия и учебные заведения города;

*приобретение образовательного опыта на основе профессионально-личностных предпочтений старшеклассников;

*расширение коммуникативных навыков в условиях коллективной работы, индивидуальной творческой деятельности.

- развивающие:

*самосовершенствование технического и проектного мышления через развитие творческих и конструкторских способностей;

*формирование реального уровня предпрофессиональных притязаний на основе самоанализа и самооценки, уверенности в себе при выборе будущей профессии;

*совершенствование прикладных умений через решение проблемно-диалоговых задач в экспериментальных ситуациях и действий в ситуациях выбора, корректировки перспективных планов на профессиональное будущее;

*активизация потребностей обучающихся в самовоспитании и самореализации через образовательную деятельность.

Участники программы:

- **участники программы – обучающиеся** 10-11 классов технологического профиля инженерно-математической направленности

- **участники программы – организации:** ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет» - договор о взаимодействии и сотрудничестве в вопросах выявления и поддержки талантливых детей, реализации программ дополнительного образования, профориентации школьников, АО «АТИСС» в области научно-исследовательской и инновационной деятельности.

Педагогические технологии, которые используются при изучении курса внеурочной деятельности:

- **Технология проблемного диалога**, которая была создана двадцать лет назад группой российских ученых и педагогов, в том числе и Мельниковой Е. Л., и является ведущей в образовательной системе «Школа 2100». В ней основной целью для учителя является обучение школьника самообучению, самоорганизации деятельности, добыванию необходимых знаний, анализ и систематизация их, применение на практике, постановка образовательных целей и реализация их при адекватной оценке собственной образовательной деятельности.

Особенностями «Школы 2100» являются системность, непрерывность, преемственность, что весьма актуально в рамках данного авторского курса внеурочной деятельности старшеклассников.

В рамках освоения курса, например, проектируется такой приём из активных методов решения проблемы, как «ковёр идей», который позволяет каждому участнику оценить свой вклад в групповое решение обозначенной проблемы.

На первом этапе для понимания проблемы в процессе диалога формируются 3-4 группы учащихся, каждой группой выбирается цвет листа бумаги А4 и небольших листков для каждого участника группы.

На занятии озвучивается проблема и на втором этапе проводится поиск её решений. После обсуждения каждая группа предлагает своё решение на общий проблемный для данного занятия вопрос, записывая свой вариант (варианты) ответа (ответов) на выданный группе лист бумаги.

На следующем этапе – индивидуализация деятельности: каждый участник группы на небольшом цветном листке излагает своё мнение по решению данной проблемы, прикрепляет его на лист А4 своей группы. Результаты работы каждой из 3 – 4 групп размещаются на классной доске.

Четвертый этап – оценивание предлагаемых учениками идей. На основании результатов диалога возможно как принятие решений индивидуальное, так и групповое.

- **Технология (теория) решения изобретательских задач**, появившись в СССР в 1946 году, и сегодня остается эффективной педагогической технологией, как системой действий в поиске нестандартных решений для инженерно- технических заданий и задач, реализация которых обеспечивает достижение запланированных образовательных результатов.

ТРИЗ является практической методикой управления процессом творческого мышления школьников, побуждающей их совершать необычные мыслительные операции, то есть это технология мышления.

Положительным сторонами реализации технологии при реализации данной программы для участников становятся:

- развитие творческих способностей через получение новой полезной информации с обогащением, как технического кругозора, так и словарного запаса школьников;

- формирование логики рассуждений с преодолением неуверенности в себе, замкнутости; развитие умений отстаивать собственное мнение в дискуссиях, способностей к поиску инновационных путей решения проблемы;

- развитие образно-наглядного, эвристического мышления, памяти, воображения, что оказывает позитивное влияние на психику подростка-старшеклассника.

- Интерактивные технологии в период цифровизации общего образования стали, пожалуй, основным проявлением уровня коммуникации школьников, так как представляют обучение с устойчивой обратной связью между субъектом и объектом обучения. Обмен информацией в процессе обучающего познания способствует такой организации занятия, при котором ни один его участник не остаётся вне группового, индивидуального или коллективного творчества. Учителю применение этих технологий позволяет осуществлять развитие личности каждого участника через усиление профилизации курса, целенаправленную подготовку старшеклассников к образовательной деятельности на следующем уровне обучения, обеспечивая реализацию поставленных для курса внеурочной деятельности задач.

Интерактивные технологии подразумевают совместную деятельность обучающихся, в ходе которой каждый индивидуум, совершенствуя групповые формы взаимодействия и сотрудничества, вносит свой вклад в обмен идеями, знаниями, развивая диалоговое общение при решении общей поставленной задачи. Каждый ученик при этом развивает критическое мышление, учится решать проблему, анализируя полученную информацию, участвуя в дискуссиях, учитывая альтернативные мнения одноклассников или участников малой группы.

Применение интерактивных технологий требует от учителя соблюдения и таких правил:

- в деятельность необходимо вовлекать всех обучающихся, возможно, в разной степени;
- учитывать, при необходимости проводить, психологическую подготовку школьников к практической, аналитической, творческой групповой деятельности во время занятия;

- в зависимости от степени сложности (объема) предлагаемой для решения задачи, подбирать оптимальное число участников группы;
- создавать комфортные условия для работы школьников за персональными компьютерами, гаджетами, экспериментальным или лабораторным оборудованием.

Ключевыми преимуществами применения интерактивных технологий во внеурочной деятельности являются личностно-ориентированный подход при групповом обучении, обучение в сотрудничестве и «присвоение» образовательного опыта одноклассников в процессе поиска и принятия решения, рост мотивации и приоритет практической деятельности.

- **Технологии проектно-исследовательского обучения** занимают особое место во внеурочной деятельности старшеклассников, являясь инновационной моделью организации образовательного процесса. От учителя требуется гибкость проектирования занятий и обеспечение таких способов деятельности обучающихся, при которых проявляется интерес каждого ребенка к самообразованию через познание и применение полученных знаний на практике. Технологии меняют и роль ученика, который становится активным субъектом деятельности, работающим над решением значимой для него самого проблемы, требующей анализа, исследования, проектирования способов ее разрешения и выполнения исследования, а в некоторых случаях, проекта.

Технологическая организация таких занятий требует создания для обучающихся ситуаций, стимулирующих их к индивидуальной или групповой познавательно-исследовательской, проектной деятельности. Приоритетными в условиях ограниченного времени курса становятся информационные проекты старшеклассников, направленные на отбор и систематизацию информации об изучаемом физическом процессе, технологии производства или механизме (устройстве) для автоматизации процесса, контроля его параметров.[1]

Исследовательские проекты требуют обоснования актуальности выбранной автором проблемы, проверку выдвигаемой учеником гипотезы, анализа полученных результатов. При разработке и выполнении практико-ориентированных исследований (проектов) они могут быть направлены на социальные интересы школьников или внешнего участника программы: КубГТУ.

Организация исследовательской и проектной деятельности школьника в условиях реализации данного курса требует использования таких научных методов, как моделирование, лабораторный эксперимент, социологический опрос и других, так как комплексное их применение обеспечивает обучение, воспитание и развитие, самореализацию старшеклассников в естественнонаучной области знаний.

- **Технологии саморазвития школьников** как технология «культивирования собственных сил» (Кант Иммануил, мыслитель эпохи Возрождения) [2]. В основе технологии саморазвития личности А.А.Ухтомского—Г. К. Селевко лежат идеи развивающего обучения школьников. Реализация технологии в условиях внеурочной деятельности на ступени среднего общего образования обеспечивает процесс самосовершенствования как осознанное, управляемое самим школьником, целенаправленное развитие способностей в интересах личности.

Содержание программы создает условия для стимуляции и поддержки перехода от системы воспитания старшеклассника к самовоспитанию, формированию режима саморазвития и веры в себя на данном возрастном этапе, формированию инструментария саморазвития. Методическая основа реализации технологии – гуманизация образования, даже технологического, способствующая формированию личности, умеющей использовать материально-духовные ценности общества, стремящейся к самосовершенствованию.

Реализация технологии требует организации образовательного процесса дифференцированно, с учетом индивидуальных запросов и потребностей школьника, поскольку в физике критерием формирования практических умений и навыков для их применения в социальной среде остается деятельностный подход.[3]

В авторской программе реализация этой технологии проектируется через основной методический приём – «комментируемое управление». Он позволяет вовлечь в образовательный процесс всех обучающихся в группе, обеспечивая непрерывную обратную связь при выполнении ими проектно-исследовательских или творческих заданий. Применение опорных конспектов или укрупненных дидактических единиц при проектировании некоторых занятий различных модулей позволит обеспечить их комплексное использование во время освоения всего модуля или раздела курса.

Условия реализации программы:

Программа составлена на 68 учебных часов, реализуется на ступени среднего общего образования среди обучающихся классов технологического профиля инженерно-математической направленности.

Занятия проводятся во внеурочное время по утвержденному в образовательной организации расписанию: 1 час в неделю в десятом классе и 1 час в неделю в одиннадцатом классе. Программа курса модульная, содержит практико-ориентированную теоретическую и практическую часть, представленную 22 исследовательскими или практическими работами, которые выполняются индивидуально или в мини-группах по два - три человека, с использованием интерактивных методических образовательных материалов, имеющегося в лицее демонстрационного оборудования и NAUROBO – электронного конструктора «Технологии электронного управления».

Так как проектная деятельность на ступени среднего общего образования осуществляется в десятом классе, количество часов данной программы в десятом классе может быть увеличено до двух часов в неделю. Такое увеличение количества занятий позволит уделить больше времени на выполнение практических, исследовательских работ и учебных проектов, реализуя на практике вариативность авторской программы.

Оценка знаний учащихся:

В ходе реализации данной программы внеурочной деятельности выставление отметок для оценки знаний обучающихся не предусмотрено. Ожидаемые результаты от освоения модулей программы позволяют осуществлять текущую оценку приобретенных знаний и умений в ходе педагогического наблюдения и анализа по критериям эффективности реализации программы. В конце каждого года обучения знания старшеклассников определяются качеством выполненных ими теоретического или практического исследования, исследовательской или проектной работы.

1. Содержание программы

Введение (6)

Экскурсия в учебные лаборатории факультета машиностроения либо факультета электро- и теплоэнергетики Кубанского государственного технологического университета.

Что такое технологический процесс? Для чего человеку нужен контроль его протекания и безопасности? Первые приборы – простые механизмы в двадцать первом веке.

Виды, средства, методы измерения физических величин, параметров процессов: технологических и природных. Классификация измерительных приборов и устройств.

Исследовательская работа «Изучая, составляю свой глоссарий физических приборов»

Позвольте представить: необычные приборы, уникальные устройства. Познавательно об истории создания и совершенствования различных приборов, технических устройств. Приборостроение: страницы истории появления и перспективы развития отрасли.

Модуль 1. История науки и технологий в лицах (3)

Почему физика во все времена – основа технических революций? О роли инженерных специальностей в современном высокотехнологичном мире.

Они были первыми. Знакомьтесь: ученые – лауреаты Нобелевской премии в области физики. Ими гордится Россия.

Проектно-исследовательская работа «Над их изобретениями не властно время».

Модуль 2. Чертёж–основной документ инженера и конструктора (10)

Что такое чертёж? Когда появился первый чертёж – традиционное техническое средство конструирования. Графическая информация в современном мире.

Классификация чертежей. Инженерная и компьютерная графика: от истоков до перспектив. Технический чертеж и 3D-моделирование.

Стандарт как основа единой государственной системы оформления конструкторской и технологической документации.

Практическая работа «*Знакомимся с основными положениями ГОСТ Р 2.105-2019*»

Начертательная геометрия - база для выполнения технических чертежей, решения инженерных задач в профильной школе. Практическая работа «*Основные правила оформления технического чертежа*».

Современная инженерная графика: её виды, области применения, характеристика, особенности.

Компьютер – инструмент обработки информации, синтеза изображений. Основные понятия и термины компьютерной графики. Моделирование – основа компьютерной графики.

Исследовательская работа «*Обзор программ, интернет-сервисов и платформ для объемного 3D-моделирования тел и объектов*».

Компьютерное конструирование схем и деталей, узлов и чертежей. Практическая работа «*Обзор отечественных и зарубежных графических редакторов*».

Модуль 3. От простых механизмов к инженерно-техническим конструкциям. (12)

Воздух, которым мы дышим. Проблемы качества воздуха, способы их решения.

Практическая работа: Воздухоочиститель: основы проектирования, эксперименты для исследования эффективности устройства.

Кто придумал гиромеханизм? Гироустройства в нашей жизни.

Практическая работа «*Мои исследования гироскопа*».

Гидромеханика как физическая основа энергетики. От акведуков до ГЭС.

Практическая работа «*Самодельный сифон как механизм подачи жидкости: моделируем, создаем, испытываем*».

Исследовательская работа «*Устройства для определения теплопроводности различных тел. Исследования, основы проектирования*».

Приборостроение – важнейшая отрасль экономически развитой страны. Современные инструменты и устройства, в которых реализуются принципы действия простых механизмов.

Практическая работа «*Проектируем, создаем и исследуем простой механизм*» (блок или устройство, дающее выигрыш в силе в нестандартное число раз).

Простые устройства, обеспечивающие преобразование энергии движения. Винты и шестерни, шарниры и валы, различные типы передач в современных механизмах.

Как преобразовали движение поступательное во вращательное? Виртуальное путешествие от истоков изобретений до современных конструкций механизмов и устройств. Изобретения Чебышёва П.Л – прообразы первых роботов.

Механизмы с «быстрым» вращением узлов, их значимость в современных технических устройствах. Как эволюционировал велосипед.

Модуль 4. Инженерный класс лицея: изучаем, исследуем, конструируем. (11)

Оборудование инженерного класса: блочные и электронные конструкторы, датчики цифровой лаборатории. Техника безопасности при работе с экспериментально-учебным оборудованием.

Изучая оборудование инженерных наборов, проектируем его использование в исследовательской и проектной деятельности старшеклассников.

Набор «Фермовые конструкции и разводные мосты» - техническая база исследования, проекта. Классификация фермовых конструкций и мостов.

Виртуальная экскурсия «Мосты России». Знакомство с конструктивными особенностями различных типов мостов.

Знакомство с основными правилами расчета деформаций растяжения и сжатия в нагруженных частях фермовых конструкций. Работа по алгоритму.

Практическая работа «*Сборка модели фермы или фрагмента моста по инструкции-алгоритму*».

Моделирование резонансных колебаний с помощью модели моста с изменяемой жесткостью. Выяснение условий возникновения резонанса. Практическая работа «*Компьютерное исследование колебаний*», расчет основных характеристик с использованием программы управления «Generator».

Микросхема—неотъемлемая часть современных устройств и систем радиоэлектроники. Знакомство с содержанием и возможностями электронного конструктора NAUROBO. Программное обеспечение NAUROBO-конструктора как средство выполнения компьютерного эксперимента до сборки микросхемы. Практическая работа «*Установка, изучение программы выполнения компьютерного эксперимента*». Изучение алгоритмов работы с цифровыми микросхемами NAUROBO-конструктора.

Модуль 5. Электроэнергетика – основа высокотехнологичного общества (13)

Электрическая энергия—основа и «локомотив» современного технического мира. Что такое электроэнергетика? Источники энергии: традиционные и альтернативные.

Страницы истории изобретения методов производства (преобразования) электрической энергии.

Российская электроэнергетика, прогнозы развития.

Теоретические основы теплоэнергетики. Мировой рынок нефти, газа, угля, прогнозы, перспективы.[5]

Практическая работа «*Знакомство с основным технологическим оборудованием нефтеперерабатывающего завода*».

Характеристики ТЭС. Исследуем преимущества и недостатки основного мирового источника электроэнергии.

Гидроэнергетика: основы конструкций ГЭС. Экономичность и экологичность данного метода выработки электроэнергии.

Исследовательская работа «*Физические основы проектирования гидроэлектростанции*».

Гелиоэнергетика: физические основы генерации электроэнергии излучением Солнца.

Ветроэнергетика: условия и особенности получения электрической энергии из энергии ветра.

Геотермальная энергетика.

Ядерная энергетика, преимущества и проблемы безопасности АЭС.

Основные направления развития энергетических технологий: тенденции и инновации.

Модуль 6. Приборы и оборудование электроэнергетики (10)

Основное оборудование классической электроэнергетики: генераторы, трансформаторы, линии электропередачи, системы мониторинга, контроля и управления, распределительные устройства.

Практическая работа «*Изучение устройства и основ работы генератора постоянного тока*».

Исследовательская работа «*Изучение устройства и работы трансформатора однофазного*».

Основное оборудование для возобновляемой энергетики. Солнечные панели, ветрогенераторы.

Исследовательская работа «*Ветрогенератор-альтернативный источник электроэнергии*».

Как появились ядерные реакторы. Реакторостроение—основа атомной энергетики. Вклад советских и российских ученых в развитие атомной энергетики.

Ядерная аппаратура на службе у человека: протонная радиотерапия, радиобиология.

О принципах работы ускорителей заряженных частиц. Ускорители линейные и циклические. Почему появился коллайдер?

Практическая работа «*Изучение устройства и принципа действия Большого адронного коллайдера*».

НИКА–российский коллайдер тяжелых ионов.

Модуль 7. Подводим итоги работы (2).

Презентация исследовательских и проектных работ слушателей курса. Обсуждаем, комментируем. Подводим итоги курса: представляем авторские исследования и проекты инженерно-технического направления.

2. Планируемые результаты:

Личностные результаты освоения курса внеурочной деятельности:

- уровень сформированности (базовый, повышенный, высокий) естественнонаучного мировоззрения обучающихся в соответствие с уровнем современного развития науки и практики;
- уровень коммуникативных компетентностей общения, совместной творческой и индивидуальной исследовательской деятельности;
- уровень сформированности принципов виртуально-безопасного общения, ценностей здорового образа жизни;
- уровень сформированности общей и образовательной культуры обучающихся, нравственных чувств и патриотизма.

Метапредметные результаты освоения курса внеурочной деятельности:

- уровень сформированности (базовый, повышенный, высокий) знаний о сущности инженерно - технических профессий и современных технологиях;
- эффективность планирования форм и способов решения познавательных задач для достижения образовательных целей;
- сформированность логико-аналитических навыков для оценки технического задания или ситуации, полученных результатов;
- уровень (базовый, повышенный, высокий) освоения азов технического черчения, использования знаний и навыков для выполнения графических работ;
- уровень (базовый, повышенный, высокий) навыков моделирования и конструирования для решения поставленных учебно-познавательных задач;
- уровень сформированности (базовый, повышенный, высокий) навыков использования ИКТ для решения различных задач: познавательных, конструкторских, творческих, при выполнении исследований и проектов;
- рефлексия, как способ оценки эффективности организации и реализации поисково-образовательного решения.

Предметные результаты освоения курса внеурочной деятельности:

- понимать роль физики в формировании современной научной картины материального мира;
- формирование знаний о системообразующей роли физики в инновационном развитии инженерных технологий и техники;
- понимать глобальные проблемы человечества в области производства энергии и экологии, оценивать роль физики в их решении;
- объяснять принцип работы изучаемых в курсе технических устройств, механизмов и машин, приборов измерительных и контролирующих параметры процесса;
- опираясь на фундаментальные закономерности и физические модели, выдвигать гипотезы для моделирования, выполнения исследований, разработки проектов;
- самостоятельно планировать и проводить физические эксперименты, исследования;
- опираясь на физические законы, решать задачи: логические, расчетные, практико-ориентированные.

3. Календарно-тематическое планирование

10 класс

№ уро ка	Тема урока	Всего часов	в том числе		ЦОР	Деятельность обучающихся	Дата план	Дата факт
			теория	практика				
	Введение	4	2	2				
1	Экскурсия в учебные лаборатории факультета машиностроения либо факультета электро- и теплоэнергетики КубГТУ.			1		Знакомство с научно-образовательными возможностями факультета		
2	Для чего нужен контроль протекания технологического процесса и его безопасности? Первые приборы – простые механизмы в XXI веке.		1		Простые механизмы, которые облегчили жизнь человечеству https://novate.ru/blogs/140823/67174	Приобретение социальных знаний о своих образовательных потребностях		
3	Виды, средства, методы измерения физических величин, параметров процессов: технологических и природных. Классификация измерительных приборов и устройств.		1		Материалы сайта elib.gsu.by Презентация «Средства измерения. Погрешности» https://elib.gsu.by/bitstream/123456789/5468/1/Лекция.pdf	Приобретение новых терминологических знаний, формирование профессиональной ориентации		
4	Исследовательская работа: «Изучая, составляю свой глоссарий физических приборов»			1	Индивидуальная исследовательская работа с применением ЦОР	получение опыта самостоятельного интеллектуального действия, самооценка		
	Модуль 1. История науки и технологий в лицах	2	2	-				
5	Почему физика во все времена – основа технических революций? О роли инженерных специальностей в высокотехнологичном		1		Сайт «Дистанционное обучение в Краснодаре» https://ecvdo.ru/states/inzhenernye-professii-budushhego-tehnologii-i-innovacii	формирование понимания фундаментальности законов физики для социума, общества		

	современном мире.			Статья Инженер: профессия https://careerpath.pro/ru/professions/engineer		
6	Они были первыми. Знакомьтесь: ученые – лауреаты Нобелевской премии в области физики. Ими гордится Россия.	1		Лауреаты Нобелевской премии https://rg.ru/2022/11/01/60-let-s-momenta-prisuzhdeniya-nobelevskoj-premii-lvu-landau-kto-eshche-iz-nashih-sootechestvennikov-bylnagrazhden.html Дополнительно: https://www.rbc.ru/photoreport/04/10/2023/616019119a79473366943d07	формирование ценностного отношения к достижениям науки и техники как основы прогресса общества	
	Модуль 2. Чертёж – основной документ инженера и конструктора	10	6	4		
7	Что такое чертёж? Когда появился первый чертёж – традиционное техническое средство конструирования. Графическая информация в современном мире.	1		Российская электронная школа https://resh.edu.ru/subject/lesson/7083/conspect/257619/	Анализ собственных практических знаний по теме, их применимости в жизни современного человека	
8	Классификация чертежей. Инженерная и компьютерная графика: от истоков до перспектив. Технический чертеж и 3D-моделирование.	1		Черчение: методическое пособие для учащихся средних школ/ https://rosuchebnik.ru/upload/astrel_ru/iblock/3f8/208009n.pdf	Приобретение новых учебных и социальных знаний	
9	Стандарт как основа единой государственной системы оформления конструкторской и технологической документации.	1		Сайт КонсультантПлюс: https://docs.yandex.ru/docs/view?tm=1741756993	Продолжение формирования первичных профессиональных компетенций	
10	Практическая работа: Знакомимся с основными положениями ГОСТ Р 2.109-2023		1	ЕСКД https://meganorm.ru/mega_doc/norm/gost-r_gosudarstvennyj-standart/0/gost_r_2_109-2023_natsionalnyy_standart_rossiysk	Получение опыта практической деятельности	

				oy.html		
11	Начертательная геометрия - база для выполнения технических чертежей, решения инженерных задач в профильной школе.		1	Сайт Урок.РФ. Авторское методическое пособие «В помощь старшеклассникам – эпюры технических чертежей» урок.rph/data/files/f1742107862.pdf	формирование первичных профессиональных компетенций	
12	Практическая работа «Основные правила оформления технического чертежа».		1	Онлайн-презентация https://ppt-online.org/116489 Урок.РФ https://xn--j1ahfl.xn--p1ai/data/files/m1742108168.pdf	Подготовка, выполнение практической работы. Оформление результатов	
13	Современная инженерная графика: её виды, области применения, характеристика, особенности.		1	Онлайн-презентация https://ppt-online.org/153353	формирование первичных профессиональных компетенций	
14	Компьютер – инструмент обработки информации, синтеза изображений. Основные понятия и термины компьютерной графики. Моделирование – основа компьютерной графики.		1	Сайт Компьютерная графика для школьников https://krasnodar.nadip.ru/shkola-kompyuternoy-grafiki-dlya-shkolnikov/	Повышение уровня владения теоретическими знаниями по теме	
15	Исследовательская работа «Обзор программ, интернет-сервисов и платформ для объемного 3D-моделирования тел и объектов».		1	Материалы форума https://scienceforum.ru/2021/article/2018028327	Исследование интернет-сервисов по теме с анализом их эффективности, оформление отчета	
16	Компьютерное конструирование схем и деталей, узлов и чертежей. Проектно-исследовательская работа «Обзор отечественных и зарубежных графических редакторов».		1	https://netology.ru/blog/08-2023-graphic-design-software	Участие в дискуссии: формулировать, открыто выражать и отстаивать свою точку зрения, выслушивать	

						мнения оппонентов		
	Модуль 3. От простых механизмов к инженерно-техническим конструкциям.	12	7	5				
17	Воздух, которым мы дышим. Проблемы качества воздуха, способы их решения.				Материалы [6] «Загрязнение атмосферы...»	Участие в диалоге, применение полученных знаний к решению задач.		
18	Практическая работа «Воздухоочиститель: основы проектирования, эксперименты для исследования эффективности устройства».				Проект школьника https://moluch.ru/young/archive/12/941/	Подбор оборудования, выполнение практической работы, оформление отчета		
19	Кто придумал гиromеханизм? Гироустройства в нашей жизни.		1		https://www.kolesa.ru/article/russkiy-izobretatel-vo-glave-mirovogo-progressa-istoriya-zabytykh-girokarov	Повышение уровня владения теоретическими знаниями по теме		
20	Практическая работа « <i>Мои исследования гироскопа</i> ».			1	Исследовательский проект https://schoolstars.ru/item-work/2023-0221/	Подбор оборудования, выполнение практической работы, оформление отчета		
21	Гидромеханика как физическая основа энергетики. От акведуков до ГЭС.		1			Расширение теоретических знаний по теме		
22	Практическая работа «Самодельный сифон как механизм подачи жидкости: моделируем, создаем, испытываем».			1	Исследовательская работа https://elementy.ru/nauchno-populyarnaya_biblioteka/435415/Samozapuskayushchiysya_sifon	Подбор необходимого оборудования, выполнение работы, оформление отчета		
23	Практическая работа «Устройства для определения теплопроводности различных тел. Исследования, основы проектирования».				Измерители теплопроводности https://cyberleninka.ru/article/n/ustroystvo-dlya-izmereniya-teploprovodnosti/viewer	Подбор необходимого оборудования, выполнение работы, оформление отчета		

24	Приборостроение – важнейшая отрасль экономически развитой страны. Современные инструменты и устройства, в которых реализуются принципы действия простых механизмов.		1		Конспект лекции https://spravochnick.ru/lektoriy/prosteyshie-mehanizmy/	Приобретение новых знаний через проблемный диалог, принятие мнений оппонентов, участие в дискуссии по теме		
25	Практическая работа «Проектируем, создаем и исследуем простой механизм» (блок или устройство, дающее выигрыш в силе в нестандартное число раз).		1		Авторская алгоритмизация и проектирование с использованием образовательных интернет-ресурсов	Выбор оборудования на основе анализа его характеристик, выполнение практической работы, оформление отчета		
26	Простые устройства, обеспечивающие преобразование энергии движения. Винты и шестерни, шарниры и валы, различные типы передач в современных механизмах.		1		Энциклопедия технологий https://patlah.ru/etm/etm-04/dom%20master/vid_meh_peredach/vid_meh_peredach.htm	В проблемном диалоге устанавливать зависимость физических величин, открыто выражать и отстаивать свою точку зрения		
27	Как преобразовали движение поступательное во вращательное? Изобретения Чебышёва П.Л – прообразы первых роботов.		1		ЯКласс: https://www.yaklass.ru/t-novosti/akcii-i-novosti-za-2023-god/stati-i-novosti-za-05-2023/velikie-uchyonye-pafnutij-chebyshyov Дополнительно: https://www.techinsider.ru/persons/biography/pafnutii-chebyshhev/	Повышение уровня владения терминологией и теоретическими знаниями по теме		
28	Механизмы с «быстрым» вращением узлов, их значимость в современных технических устройствах. Как эволюционировал велосипед.		1		РУВИКИ:Интернет-энциклопедия https://ru.ruviki.ru/wiki/История_велосипеда	Участие в дискуссии, принятие мнения оппонентов		
Модуль 4. Инженерный класс лицея: изучаем, исследуем, конструируем		5	3	2				

29	Оборудование инженерного класса: блочные и электронные конструкторы, датчики цифровой лаборатории. О правилах техники безопасности при работе с экспериментально-учебным оборудованием.		1		Набор НАУРОБО для сборки электронных схем https://nau-ra.ru/produktsiya/produktsiya-225_60.html?ysclid=m8cfcn3a3w215207335	Исследование и анализ оборудования, оценка их применения в деятельности: инженерно-технические параметры датчиков, конструкторов.		
30	Изучая оборудование инженерных наборов, проектируем его использование в собственной исследовательской и проектной деятельности.		1			Приобретение новых учебных знаний для практической деятельности		
31	Набор «Фермовые конструкции и разводные мосты» - техническая база исследования, проекта. Классификация фермовых конструкций и мостов.		1		Демонстрационный набор «Фермовые конструкции» https://nau-ra.ru/produktsiya/produktsiya-225_69.html?ysclid=m8cfgvam6i440438799	Получение новых знаний на основе анализа характеристик различных конструкций мостов		
32	<i>Виртуальная экскурсия «Мосты России». [4] Знакомство с конструктивными особенностями различных типов мостов.</i>			1	Онлайн-презентация https://ppt-online.org/1256023	Виртуальная экскурсия		
33	Знакомство с основными правилами расчета деформаций растяжения и сжатия в нагруженных частях фермовых конструкций. Практическая работа «Сборка модели фермы или фрагмента моста по инструкции-алгоритму».			1	Работа по алгоритму с применением интернет-информации (индивидуально)	Приобретение новых знаний по теме в работе по алгоритму. На основе анализа проблемы определять зависимость способов расчета от вида деформации узла.		
Модуль 7. Подводим итоги работы		1		1				
34	Презентация исследовательских и проектных работ слушателей			1		Умение вести диалог, выслушивать мнение		

	курса. Обсуждаем, комментируем.					оппонента		
	Итого	34	21	13				

11 класс

№ уро ка	Тема урока	Всего часов	в том числе		ЦОР	Деятельность обучающихся	Дата план	Дата факт
			теория	практика				
	Введение	2	2					
1	Позвольте представить: необычные приборы, уникальные устройства. Познавательно об истории создания и совершенствования различных приборов, технических устройств.		1		Политехнический музей-онлайн: https://polymus.ru/collection/category/izmeritelnye-pribory?group=izmeritelnye-pribory&ysclid=m87n78q8t4656733428	Реализация умений применять полученные знания к решению познавательных или практических задач		
2	Приборостроение: страницы истории появления и перспективы развития отрасли.		1		Развитие приборостроения http://nplit.ru/books/item/f00/s00/z000055/st076.shtml Доп: https://руни.рф/Приборостроение#История_приборостроения_в_России	Анализ информации из различных источников, структурирование систематизация		
	Модуль 1. История науки и технологий в лицах	1		1				
3	Проектно-исследовательская работа «Над их изобретениями не властно время».			1	Материалы образовательных сайтов (индивидуально)	Отбор, анализ, систематизация информации		
	Модуль 4. Инженерный класс лицея: изучаем, исследуем, конструируем	6	3	3				
4	Моделирование резонансных колебаний с помощью модели моста с изменяемой жесткостью.		1		https://skysmart.ru/articles/physics/yavlenie-rezonansa	Моделирование процесса, умение устанавливать		

	Выяснение условий возникновения резонанса.					зависимость между величинами		
5	Практическая работа «Компьютерное исследование колебаний», расчет основных характеристик с использованием программы управления «Generator».		1	Статья в журнале «Молодой ученый» https://moluch.ru/archive/77/13201/	Выполнение работы, измерение, отчет, анализ результатов			
6	Микросхема–неотъемлимая часть современных устройств и систем радиоэлектроники. Знакомство с содержанием и возможностями электронного конструктора NAUROBO.	1		Рувики: электронная энциклопедия https://ru.ruwiki.ru/wiki/Интегральная_схема	Присвоение новой информации, систематизация её			
7	Программное обеспечение NAUROBO-конструктора как средство выполнения компьютерного эксперимента до сборки микросхемы. Изучение алгоритмов работы с цифровыми микросхемами NAUROBO-конструктора.	1		NAUROBO. Электронный конструктор. Методическое пособие: https://rusneb.ru/catalog/000199_00009_009649178/	Работа по алгоритму: повышение уровня владения практическими знаниями по теме			
8	Практическая работа: «Установка, изучение программы выполнения компьютерного эксперимента».		1	Методическое пособие: https://rusneb.ru/catalog/000199_00009_009649178/	Отчет о выполнении работы с анализом результата			
9	NPN-транзистор: основы теории и практика. Практическая работа «Изучаем схему сборки, необходимые детали, выполняем задание по алгоритму».		1	NAUROBO. Методическое пособие: https://rusneb.ru/catalog/000199_00009_009649178/	Выполнение сборки схемы по алгоритму, анализ результатов, отчет результатов			
Модуль 5. Электроэнергетика – основа высокотехнологичного общества		13	11	2				
16	Гидроэнергетика: основы конструкций ГЭС. Экономичность		1	Презентация-Основы	Систематизация			

	и экологичность данного метода выработки электроэнергии.				гидроэнергетики	научных знаний по теме, оценка эффективности		
17	Исследовательская работа «Физические основы проектирования гидроэлектростанции»			1	Методический материал https://profil.mos.ru/inj/proekty/izuchenie-informatsii-o-ges-sozdanie-maketa-ges.html	Выполнение практической работы с оформлением отчета, анализом результатов		
14	Практическая работа «Основное технологическое оборудование нефтеперерабатывающего завода».			1	Необходимое оборудование для нефтепереработки. Основы проектирования и оборудование нефтеперерабатывающих заводов	Выполнение практической работы, оформление отчета, анализ результатов		
12	Российская электроэнергетика, прогнозы развития.		1		Интернет-энциклопедия: https://www.homework.ru/spravochnik/elektroenergetika-rossii			
11	Страницы истории изобретения методов производства или преобразования электрической энергии.		1		Индивидуальные сообщения с использованием образовательных ЦОР	Систематизация исторических и научных знаний, сведений по теме		
13	Теоретические основы теплоэнергетики. Мировой рынок нефти, газа, угля, прогнозы, перспективы. [5]		1		https://infourok.ru/prezentaciya-k-uroku-estestvoznaniya-po-teme-teploenergetika-542788.html	повышение уровня владения теоретическими знаниями по теме		
15	Характеристики ТЭС. Изследуем преимущества и недостатки основного мирового источника электроэнергии.		1		1. Тепловые электростанции - презентация онлайн 2. Тепловые схемы. Расчет показателей тепловых схем электростанций - презентация онлайн	Присвоение новой информации, систематизация её		
10	Электрическая энергия—основа и «локомотив» современного технического мира. Что такое электроэнергетика? Традиционные		1		Видеоурок https://videourki.net/video/25-ehlektroenergetika.html	Расширение теоретических знаний по теме		

25	Исследовательская работа «Изучение устройства и работы трансформатора однофазного».		1	Методическое пособие к практической работе	Выполнение работы, отчет, анализ результатов		
26	Основное оборудование для возобновляемой энергетики. Ветрогенераторы, солнечные панели.	1		Учебный проект по физике "Ветроэнергетика". Автор Леоненко А.Н.	Исследование и анализ оборудования, оценка их применения в деятельности		
27	Исследовательская работа «Ветрогенератор-альтернативный источник электроэнергии».		1	Алгоритм исследования. Ветроустановки http://goo.gl/rxGU76	Собственное исследование по алгоритму		
28	Как появились ядерные реакторы. Реакторостроение—основа атомной энергетики. Вклад советских и российских учёных в развитие атомной энергетики.	1		Рувики: интернет-энциклопедия https://ru.ruwiki.ru/wiki/Ядерный_реактор	Систематизация исторических и научных знаний, сведений по теме		
29	Ядерная аппаратура на службе у человека: протонная радиотерапия, радиобиология.	1		История радиотерапии https://practical-oncology.ru/articles/71-79.pdf	Расширение теоретических знаний по теме, терминология		
30	О принципах работы ускорителей заряженных частиц. Ускорители линейные и циклические. Почему появился коллайдер?	1		https://www.forbes.ru/tekhnologii/50_5950-glavnye-tajny-materii-zacem-fizikam-novyj-stokilometrovuj-kollajder	Исследование и анализ оборудования, оценка их применения в деятельности		
31	Практическая работа «Изучение устройства и принципа действия Большого адронного коллайдера».		1	БРЭ, статья https://bigenc.ru/c/bol-shoi-adronnyi-kollaider-bfcd68	Выполнение практической работы, оформление отчета		
32	НИКА—российский коллайдер тяжелых ионов.	1		Статья «Машина времени во Вселенной» https://scientificrussia.ru/articles/nica-mashina-vremenii-vo-vselennoj Доп: https://monocle.ru/monocle/2024/26/nica-uskorit-ne-tolko-fiziku	Расширение исторических и научных знаний, сведений по теме		

	Модуль 7. Подводим итоги работы	2	-	2			
33 34	Подводим итоги курса: представляем авторские проекты исследования и инженерно-технического направления.				Научно-практическая конференция с применением ЦОР	Участие в диалоге-обсуждении проектов; умение отстаивать свою точку зрения	
	Итого						

4. Способы оценки достижения планируемых результатов

Проектируемыми формами контроля над усвоением материала станут отчёты по выполненным практическим работам, самостоятельные творческие работы в виде презентаций, сообщений, а также тематические исследовательские работы, проекты, в том числе инновационные.

Мониторинг эффективности внеурочной деятельности школьников, иначе – отслеживание образовательных результатов, ставит целью исследование образовательного процесса с контролем за динамикой качества учения с последующей корректировкой прогноза в соответствие с требованиями ФГОС. Мониторинг происходит при изучении каждого модуля программы, реализуется через анкетирование или опрос обучающихся (на одном из первых занятий курса), педагогическое наблюдение за организацией и ходом выполнения практико-ориентированных работ, изучение качества выполнения письменных работ и устных ответов в ходе дискуссий, при публичных выступлениях.

Формами *предъявления* и демонстрации образовательных результатов станут наиболее эффективные в области естественно-научных дисциплин презентации и отчеты, научно-познавательные статьи в школьной газете и сборниках публикаций участников интеллектуальных конкурсов.

Подведение *итогов* реализации программы планируется в виде научно-практической конференции или круглого стола, в виде заслушивания результатов своей внеурочной деятельности по выбранной теме исследования или проекта. Представление результатов могут быть инновационными в форме видеоролика, интерактивного тематического кроссворда, ребуса, обучающей игры.

Проектирование программы внеурочной деятельности подразумевает трехуровневую дифференциацию результатов школьников.

Первый уровень результатов подразумевает получение старшеклассниками первичного понимания сущности профессии «инженер», роли этой группы профессий в развитии современного высокотехнологично общества.

Второй уровень результатов подразумевает получение старшеклассниками опыта самостоятельной практической работы в условиях поиска, изучения и использования новой информации во внеурочной деятельности, формирование позитивного отношения к будущей профессии.

Третий уровень результатов подразумевает получение старшеклассниками опыта самостоятельной общественной деятельности через представление собственных результатов на диспутах, школьной научно-практической конференции, интеллектуальных соревнованиях, конкурсах исследовательских или проектных работ различных уровней (от муниципального до всероссийского).

5. Рекомендуемая литература

(для обучающихся)

1. Виноградов В.Н. Чертение: Методическое пособие к учебнику А.Д. Ботвинникова, В.Н. Виноградова, И.С. Вышнепольского «Чертение. 9 класс»: Москва: АСТ: Астрель, 2019.— 54 с.
2. Макоско А.А., Матешева А.В. Загрязнение атмосферы и качество жизни населения в XXI веке: угрозы и перспективы. – М.: Российская академия наук, 2020 – 258 с.
3. Долматов И.А., Лихачев В.Л. Информационный бюллетень «Топливно-энергетический комплекс. Тренды • события • цифры» № 1 • 2024, 13 с. М., НИУ ВШЭ «Национальный центр научно-технологического и социально-экономического прогнозирования» [Электронный ресурс], режим доступа: <https://stratpro.hse.ru/mirror/pubs/share/944830934.pdf>

4. Баранова И.В. КОМПАС - 3 Д для школьников. Чертение и компьютерная графика. Учебное пособие для учащихся общеобразовательных учреждений. – М.: ДМК Пресс, 2009. [Электронный ресурс], режим доступа: https://aldebaran.one/author/v_baranova_i/kniga_kompas_3d_dlya_shkolnikov_cherchenie_i_k/

5. Журнал «Потенциал» - диалоги об истории науки и инженерии, [Электронный ресурс], режим доступа: <https://edu-potential.ru/ugolok-znanij/90-skvoz-vremya/857-05o-sistematisacii-zadach-na-summirovaniye-14>

Рекомендуемая литература (для учителя)

1. Научный журнал «Видео-наука» [Электронный ресурс], режим доступа: <https://videonauka.ru/stati/31-metodika-prepodavaniya-estestvenno-nauchnykh-distsiplin/194-proektnaya-tehnologiya-vo-vneurochnoj-deyatelnosti-kak-sposob-realizatsii-fgos-osnovnogo-obshchego-obrazovaniya>
2. Большая российская энциклопедия/интернет-статья/[Электронный ресурс], режим доступа: <https://bigenc.ru/c/kant-immanuil-4a074e>
3. Агафонова Л.М. Технология саморазвития личности/интернет-статья: <https://www.prodlenka.org/metodicheskie-razrabortki/483149-tehnologii-samorazvitija-lichnosti-obuchajusc>
4. Образовательное путешествие/[Электронный ресурс], режим доступа: <https://infourok.ru/obrazovatelnoe-puteshestvie-kak-metod-obucheniya-v-urochnoy-ivneurochnoy-deyatelnosti-1408858.html>
5. Долматов И. А., Лихачев В. Л. Информационный бюллетень «Топливно-энергетический комплекс. Тренды • события • цифры» № 1 • 2024, 13 с. М., НИУ ВШЭ «Национальный центр научно-технологического и социально-экономического прогнозирования» [Электронный ресурс], режим доступа: <https://stratpro.hse.ru/mirror/pubs/share/944830934.pdf>
6. Матвийчук Р.И., Пovalяев О.А. Технологии электронного управления: Методическое пособие «Электронный конструктор NAUROBO», М. 2018, 60 с.
7. Журнал «Потенциал» - диалоги об истории науки и инженерии, [Электронный ресурс], режим доступа: <https://edu-potential.ru/ugolok-znanij/90-skvoz-vremya/857-05o-sistematisacii-zadach-na-summirovaniye-14>
8. Муравьев С.Е., Ольчак А.С. Прикладная механика.10-11 класс, М., Просвещение, 2021, с. 78 [Электронный ресурс], режим доступа: <https://www.t-library.net/book/7533>
9. Карпенко Е.П., Пovalяев О.А. Научные развлечения: Методические рекомендации «Фермовые конструкции и разводные мосты», М, 2018, с. 58
10. Матвийчук Р.И., Пovalяев О.А. Технологии электронного управления: Методическое пособие «Электронный конструктор NAUROBO», М. 2018, 60 с.

11. Руссу М.В., Портных М.Д., Гамаюнова О.С. Исторический аспект строительства мостов Санкт-Петербурга // Творчество и современность. 2020 № 1 (12). С. 44-53

6. Материально-техническое обеспечение

Для реализации программы необходимо согласно норм СанПиН:

- помещение (кабинет физики), в котором имеются 18 индивидуальных мест для школьников,
- оргтехника, включающая персональный компьютер и принтер, проектор и интерактивный экран,
- доступ к образовательному сегменту сети Интернет.

Кроме того, необходимы:

- ноутбуки Lenovo – 15 шт,
- программное обеспечение – Flash-накопитель с инструкцией по эксплуатации и проведению эксперимента с использованием лабораторной установки – 3 шт,
- установка для изучения сопротивления материалов – 3 комплекта,
- набор для сборки электронных схем - электронный конструктор «NAUROBO» – 10 комплектов,
- набор датчиков Vernier цифровой лаборатории профильного уровня – 10 комплектов,
- методическое пособие «Рекомендации для установки по изучению напряжения и деформации (сопротивления) материалов» – 3 шт,
- методическое пособие электронного конструктора NAUROBO «Технологии электронного управления» - 3шт.

7. Методическое обеспечение

1. Макоско А.А., Матешева А.В. Загрязнение атмосферы и качество жизни населения в XXI веке: угрозы и перспективы. – М.: Российская академия наук, 2020 – 258 с.
2. Руссу М.В., Портных М.Д., Гамаюнова О.С. Исторический аспект строительства мостов Санкт-Петербурга // Творчество и современность. 2020 № 1 (12). С. 44-53.
3. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов:
<http://fcior.edu.ru/>
4. Генденштейн Л.Э. Метод исследования ключевых ситуаций (МИКС) – реализация учебно-исследовательской деятельности учащихся. – URL:
<https://lbz.ru/metodist/authors/physics/1/gle-miks.pdf>
5. Электронная лекция по теме «Средства и методы измерений»
https://eor.dgu.ru/lectures_f