

**Автономная некоммерческая организация
дополнительного профессионального образования
«ПРОСВЕЩЕНИЕ-СТОЛИЦА»**



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор

_____ С. В. Третьякова

«___» _____ 2017 г.

**Дополнительная профессиональная программа
(повышение квалификации)**

**«Инженерный класс в московской школе: новые инструменты реализации
учебно-исследовательской и проектной деятельности старшеклассников»**

Автор курса:

Лозовенко С.В.,
к.п.н., зам. дир. по допобразованию
Института физики, технологии
и информационных систем МПГУ;
учитель физики ГБОУ г. Москвы
«Многопрофильный технический лицей № 1501»

Утверждено Приказом
АНО ДПО «Просвещение-Столица» № 02-п
от 01.03.2017 г.

Москва, 2017 г.

Дополнительная профессиональная программа
(повышение квалификации)

«Инженерный класс в московской школе: новые инструменты реализации учебно-исследовательской и проектной деятельности старшекласников»

Раздел 1. Характеристика программы

1.1. Цель реализации программы –

Совершенствование / формирование профессиональных компетенций слушателей в области осуществления учебно-исследовательской и проектной деятельности старшекласников с использованием инновационного оборудования инженерного класса.

№	Компетенция	Направление подготовки Педагогическое образование		
		Код компетенции		
		44.03.01	44.03.05	44.04.01
		Бакалавриат		Магистратура
4 года	5 лет			
1.	Способен осуществлять педагогическое сопровождение социализации и профессионального самоопределения обучающихся.		ПК-5	
2.	Способен организовывать сотрудничество обучающихся, поддерживать их активность, инициативность и самостоятельность, развивать творческие способности.		ПК-7	
3.	Способен руководить исследовательской работой обучающихся.			ПК-3

1.2. Планируемые результаты обучения

№	Знать	Направление подготовки Педагогическое образование		
		Код компетенции		
		Бакалавриат		Магистратура
		4 года	5 лет	
1.	Особенности и приемы профессионального самоопределения старшекласников с учетом потребностей экономики в инженерных кадрах и возможностей научного и культурно-образовательного пространства московского региона.		ПК-5	
2.	Современные методики организации и реализации учебно-исследовательской и проектной деятельности старшекласников с использованием возможностей инновационного оборудования инженерного класса.		ПК-7	ПК-3
3.	Наиболее эффективные модели организации и реализации учебно-исследовательской и проектной деятельности старшекласников с учетом специфики инженерного профиля обучения.		ПК-7	ПК-3

№	Уметь	Бакалавриат		Магистратура
		4 года	5 лет	
1.	Учитывать в практике образовательного процесса особенности профессионального самоопределения старшеклассников и использовать возможности научного и культурно-образовательного пространства московского региона для решения проблем предпрофессионального образования в контексте собственной педагогической деятельности в инженерном классе.		ПК-5	
2.	Применять современные методики организации и реализации учебно-исследовательской и проектной деятельности старшеклассников с использованием возможностей инновационного оборудования инженерного класса, способствующие достижению старшеклассниками планируемых результатов образования.		ПК-7	ПК-3
3.	Мотивировать обучающихся к выполнению учебных исследований и проектов. Организовывать и осуществлять эффективное руководство учебно-исследовательской и проектной деятельностью обучающихся инженерных классов.		ПК-7	ПК-3

1.3. Категория слушателей: учителя физики, инженеры, технические специалисты (уровень образования – высшее образование, область профессиональной деятельности – среднее общее образование).

1.4. Форма обучения: очная.

1.5. Срок обучения: 36 часов.

1.6. Режим занятий: 6 часов; одно-два занятия в неделю.

Раздел 2. Содержание программы

2.1. Учебный (тематический) план

№ п/п	Наименование разделов и тем	Всего, час.	Виды учебных занятий, учебных работ		Формы промежуточного и итогового контроля
			Лекции	Интеракт. занятия	
1.	Часть 1. Нормативно-методологические основания реализации предпрофессионального (профильного) образования	4	2	2	
1.1	ФГОС СОО и профильное обучение. Проект «Инженерный	4	2	2	

	класс в московской школе». Учебно-исследовательская и проектная деятельность в инженерном классе.				
2.	Часть 2. Оборудование инженерных классов. Методика организации учебно-исследовательской и проектной деятельности старшеклассников с учетом специфики инженерного профиля обучения.	30	7	23	
2.1	Модуль 1. Технологические особенности датчиков: применение мультидатчиков. Методика выстраивания занятий с использованием цифровых лабораторий Relab+.	6	2	4	Выполнение исследовательских и проектных заданий.
2.2	Модуль 2. Методы автоматизации исследований. Схемотехника. Программно-методическое обеспечение работы с аппаратно-программными комплексами.	6	2	4	Выполнение исследовательских и проектных заданий. Лабораторные работы №№ 1–4.
2.3	Модуль 3. Проектно-исследовательские методы работы с аппаратно-программным комплексом нанотехнологий (СЗМ).	4	1	3	Выполнение исследовательских и проектных заданий.
2.4	Модуль 4. 3D-прототипирование как инструмент учебно-исследовательской и проектной деятельности старшеклассников. Методы экспериментирования и проектирования с реальными моделями и прототипами.	6	1	5	Выполнение исследовательских и проектных заданий.
2.5	Модуль 5. Методика использования образовательной робототехники для учебно-исследовательской, проектной работы и соревновательной деятельности.	8	1	7	Выполнение исследовательских и проектных заданий (участие в состязании)
3.	Итоговая аттестация	2		2	Защита проекта
	Итого:	36	9	27	

2.2. Содержание учебной программы

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Виды учебных занятий	Содержание
1.	Часть 1. Нормативно-методологические основания реализации предпрофессионального (профильного) образования.		
1.1	ФГОС СОО и профильное обучение. Проект «Инженерный класс в московской школе». Учебно-исследовательская и проектная деятельность в инженерном классе.	Лекция, 1 час	Рынок труда и потребности в инженерных кадрах в Московском регионе. Проект «Инженерный класс в московской школе». Направления, формы и проблемы реализации предпрофессионального образования. Учебно-исследовательская и проектная деятельность обучающихся – составная часть основной образовательной программы школы с инженерными классами. Виды учебно-исследовательской и проектной деятельности старшекласников инженерного профиля.
		Лекция, 1 час	Педагогическое сопровождение проекта или исследования: поддержка определенного научного уровня, ориентированность на результат, инновационная и практическая направленность учебно-исследовательской и проектной деятельности обучающихся.
		Семинар, 2 часа	Возможности образовательной среды столичного региона для реализации учебно-исследовательской и проектной деятельности старшекласников.
2.	Часть 2. Оборудование инженерных классов. Методика организации учебно-исследовательской и проектной деятельности старшекласников с учетом специфики инженерного профиля обучения.		
2.1.	<i>Модуль 1. Технологические особенности датчиков: применение мультидатчиков. Методика выстраивания занятий с использованием цифровых лабораторий Relab+.</i>		
2.1.1.	Цифровые лаборатории Relab+. Технологические особенности датчиков. Применение мультидатчиков.	Лекция, 2 часа	Подробный разбор состава комплекта, состава мультидатчиков, набора аксессуаров и их предназначения. Визуальная демонстрация программного обеспечения, рассмотрение всех функциональных элементов, разбор особенностей работы. Постобработка результатов измерений.
2.1.2.	Методика выстраивания занятий с использованием	Практико-ориентированное занятие, 2 часа	Организация работы класса при проведении лабораторных работ с использованием цифровых лабораторий: фронтальная работа педагога, работа в

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Виды учебных занятий	Содержание
	цифровых лабораторий Relab+.	Практико-ориентированное занятие, 2 часа	<p>группах и индивидуальные эксперименты.</p> <p>Проведение ряда простых экспериментов (измерение напряжения на батарейке, температуры в водопроводной сети (из крана), уровня освещенности в различных точках кабинета; изучение звуковых колебаний камертона) и более сложных с использованием нескольких датчиков одновременно, с объединением датчиков в связку. Отображение показаний в единых координатах.</p> <p><i>Подготовка к итоговой работе:</i> 1) выполнение исследовательских и проектных заданий; 2) дискуссия по определению тем, в рамках которых могут применяться инструменты цифровой лаборатории для учебно-исследовательской и проектной работы в профильных классах, в собственных методических разработках по эксперименту.</p>
2.2.	<i>Модуль 2. Методы автоматизации исследований. Схемотехника. Программно-методическое обеспечение работы с аппаратно-программными комплексами.</i>		
2.2.1.	Автоматизация физического эксперимента. Схемотехника.	Лекция, 1 час	Соотношение натурального и модельного эксперимента в учебном процессе. Интеграция физического эксперимента и компьютерного моделирования. Схемотехника. Целесообразность применения автоматизированных аппаратно-программных комплексов для проведения физических экспериментов.
	Дидактические возможности программно-аппаратного комплекса UniTrain компании Lucas Nulle.	Интерактивная лекция, 1 час	<p>Обзор технических решений Lucas Nulle для образовательных организаций.</p> <p>1. Состав и основное назначение лабораторного комплекса UniTrain: аппаратная платформа, измерительный интерфейс с комплектом виртуальных инструментов, модули UniTrain Experimenter, блок питания, цифровой мультиметр, платы для лабораторных экспериментов, принадлежности, программное обеспечение для управления учебным процессом. LabSoft Classroom Manager. Программное обеспечение для моделирования электрических цепей. Учебные курсы UniTrain.</p> <p>2. Состав аппаратно-программных средств Lucas Nulle: измерительный</p>

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Виды учебных занятий	Содержание
			интерфейс, комплект виртуальных инструментов и измерительных приборов, источники питания и сигналов, программное обеспечение для моделирования электрических цепей. Программно-методическое обеспечение для лабораторного эксперимента с наборами комплектующих изделий, соответствующих лабораторным заданиям.
2.2.2.	Методика применения учебно-лабораторного комплекса Lucas Nulle эксперимента для учебно-исследовательской и проектной работы в профильных классах.	Практическое занятие, 4 часа	1. Лабораторный эксперимент с использованием модулей измерительного интерфейса и приемника макетных плат (блок Experimenter). <i>Лабораторная работа № 1. Экспериментальная проверка закона Ома для участка электрической цепи¹.</i> 2. Моделирование электрических цепей (пакет LN-TINA). <i>Лабораторная работа № 2².</i> Моделирование линейных электрических цепей постоянного тока. <i>Лабораторная работа № 3.</i> Моделирование электрической цепи однофазного выпрямителя. <i>Лабораторная работа № 4.</i> Моделирование цепи фильтра нижних частот. <i>Подготовка к итоговой работе:</i> 1) выполнение исследовательских и проектных заданий; 2) дискуссия по определению тем, в рамках которых может применяться автоматизация эксперимента для учебно-исследовательской и проектной работы в профильных классах, в собственных методических разработках по эксперименту.
2.3.	<i>Модуль 3. Проектно-исследовательские методы работы с аппаратно-программным комплексом нанотехнологий (СЗМ).</i>		
2.3.1.	Аппаратно-программный комплекс нанотехнологий	Интерактивная лекция, 1 час	Состав набора (образцы; программное обеспечение для измерения, обработки, анализа и визуализации; справочник). Обучение работам на атомно-

¹ Работа выполняется бригадой из 2 человек на специализированном рабочем месте с оборудованием LN в течение 15-20 мин (по очереди).

² Лабораторные работы 2-4 выполняются индивидуально на ПК с установленной демо-версией LN-TINA в компьютерном классе.

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Виды учебных занятий	Содержание
	(СЗМ): технологические особенности и возможности.		молекулярном уровне: измерение линейных размеров, профилей поверхности, модуля упругости, твердости, электропроводности, а также получение топографических изображений формы поверхности и ее свойств.
2.3.2.	Проектно-исследовательские методы работы с аппаратно-программным комплексом нанотехнологий (СЗМ).	Практическое занятие, 3 часа	Выполнение прикладных исследовательских и проектных работ на атомно-молекулярном уровне (в том числе, в физике поверхности твёрдого тела, материаловедении, биологии и т.д.). <i>Подготовка к итоговой работе:</i> 1) выполнение исследовательских и проектных заданий; 2) дискуссия по определению тем, в рамках которых может применяться СЗМ для учебно-исследовательской и проектной работы в профильных классах, в собственных методических разработках по эксперименту.
2.4.	<i>Модуль 4. 3D-прототипирование как инструмент учебно-исследовательской и проектной деятельности старшеклассников. Методы экспериментирования и проектирования с реальными моделями и прототипами.</i>		
2.4.1.	Теория твердотельного моделирования с использованием программы Sketchup.	Лекция, 1 час	Содержание твердотельного моделирования. Подходы к твердотельному моделированию. Обзор программных продуктов по твердотельному моделированию. 3D-печать и ее виды. Твердотельное моделирование в образовательном процессе.
2.4.2.	Методы экспериментирования и проектирования с реальными моделями и прототипами.	Практико-ориентированное занятие, 1 час	Твердотельное моделирование в программе Sketchup. Назначение и возможности программы. Интерфейс программы. Основные рабочие инструменты. Настройка интерфейса, горячие клавиши, полезные техники работы. Создание простых моделей.
		Практико-ориентированное занятие, 2 часа	Использование программы Sketchup в твердотельном моделировании. Секреты и хаки. Поиск и устранение ошибок. Экспорт цифровой модели в формат, подходящий для 3D-печати. Выполнение практической работы.
		Практическое занятие, 2 часа	Подготовка цифровой модели к 3D-печати. Поиск и устранение ошибок сеточной модели. Работа в программе Netfabb. Подготовка 3D-принтера к работе: калибровка и настройка параметров печати. Выбор материала

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Виды учебных занятий	Содержание
			печати. Печать модели. <i>Подготовка к итоговой работе:</i> 1) выполнение исследовательских и проектных заданий; 2) дискуссия по определению тем, в рамках которых может применяться комплекс по 3D-прототипированию для учебно-исследовательской и проектной работы в профильных классах, в собственных методических разработках по эксперименту.
2.5.	<i>Модуль 5. Методика использования образовательной робототехники для учебно-исследовательской, проектной работы и соревновательной деятельности.</i>		
2.5.1.	Понятие робота. Функциональная схема робота.	Лекция, 1 час	Робот. Элементы робота на базе образовательной робототехнической платформы VEX EDR. Устройство датчиков и исполнительных систем. Элементы теории автоматического управления.
2.5.2.	Управление исполнительными системами робота.	Практико-ориентированное занятие, 2 часа	Особенности сборки, программирования и модификации робота. Алгоритмические структуры. Механизмы. Управление двигателями.
2.5.3	Программирование автономного и управляемого режима робота.	Практико-ориентированное занятие, 4 часа	Организация управления робота с пульта дистанционного управления. Использование азов теории автоматического управления для программирования робота. Робототехнические соревнования VEX. <i>Подготовка к итоговой работе:</i> 1) выполнение исследовательских и проектных заданий; 2) дискуссия по определению тем, в рамках которых могут применяться комплекты по робототехнике для учебно-исследовательской, проектной работы и соревновательной деятельности в профильных классах, в собственных методических разработках по эксперименту.
		Состязание, 1 час	Состязания роботов с использованием автономного и управляемого режимов.
3.	Итоговая аттестация		
3.1.	Итоговая аттестация	Круглый стол, 2 часа	Представление и защита итоговых работ в формате групповых проектов по теме «Организация учебно-исследовательской или проектной деятельности старшеклассников с применением оборудования инженерного класса».

Раздел 3. Формы аттестации и оценочные материалы

Текущий контроль

1. В рамках изучения первой части курса – оценка по системе (0, 1, 2)³ эффективной работы слушателя на семинаре «Возможности образовательной среды столичного региона для реализации учебно-исследовательской и проектной деятельности старшеклассников» по следующим критериям:

Критерий оценки	ФИО 1	ФИО 2	ФИО 3	...
1. Актуальность темы				
2. Качество ответов на вопросы				
3. Теоретический уровень знаний				
4. Подкрепление выступления фактическими данными, в том числе основанными на собственном опыте педагогической деятельности в контексте заявленной темы				
5. Практическая ценность материала				
6. Способность делать выводы				
7. Способность отстаивать собственную точку зрения				
8. Способность ориентироваться в представленном материале				
9. Степень участия в общей дискуссии				
Итоговая сумма баллов:				

Работа каждого слушателя оценивается по итоговой сумме набранных им баллов.

2. Текущий контроль в рамках реализации второй части программы осуществляется на уровне учета проделанных слушателем практических и лабораторных работ с инновационным учебно-техническим оборудованием инженерного класса по каждому модулю.

Промежуточный контроль

Промежуточный контроль осуществляется в форме выполнения учебно-исследовательских и проектных заданий по каждому модулю, подготавливающих обучающихся к итоговой работе.

Вариант проектного задания на примере Модуля 4. «3D-прототипирование как инструмент учебно-исследовательской и проектной деятельности. Методы экспериментирования и проектирования с реальными моделями и прототипами»:

Требуется собрать из небольшого набора деталей конструктора некоторую модель. Имеющихся деталей конструктора не хватает для сбора модели. Недостающие для сбора детали и части модели необходимо разработать в виде цифровой твердотельной модели и подготовить их для печати на 3D-принтере.

Форма работы – групповая.

Критерии оценки моделей по системе (0, 1, 2):

Критерий оценки	ФИО 1	ФИО 2	ФИО 3	...
1. Оригинальность идеи/концепции				
2. Детальность проработки модели				
3. Эффективность использования функциональных возможностей программных продуктов, в которых была				

³ Система оценки (0, 1, 2) здесь и далее: 0 – не соответствует критерию; 1 – частично соответствует критерию; 2 – полностью соответствует критерию.

Критерий оценки	ФИО 1	ФИО 2	ФИО 3	...
подготовлена модель				
4. Наличие и качество визуализации модели				
Итоговая сумма баллов:				

Работа считается зачтённой, если слушатель набирает более половины от максимального количества баллов (при реализации – на усмотрение преподавателя в зависимости от уровня подготовленности слушателей).

Итоговая аттестация

К итоговой аттестации допускаются слушатели, имеющие положительные результаты по итогам текущей и промежуточной аттестации.

В рамках дискуссий слушатели обсуждают потенциальные темы, в рамках которых может применяться инновационное оборудование инженерного класса для учебно-исследовательской и проектной деятельности старшеклассников в профильных классах, а также в собственных методических разработках по использованию изучаемого оборудования.

Форма итогового контроля слушателей – защита проектной работы по теме: «Организация учебно-исследовательской или проектной деятельности старшеклассников с применением оборудования инженерного класса».

Форма работы – групповая.

При реализации программы куратору курсов целесообразно учесть два основных фактора при согласовании тем итоговых проектных работ слушателей: 1) специфика инженерного профиля обучения и 2) использование инновационного оборудования инженерного класса.

Примерные темы учебных исследований или проектов старшеклассников инженерного класса:

1. Создание автоматизированного комплекса для исследования атмосферно-электрического мониторинга.
2. Проект метеостанции, подключаемой к компьютерным сетям.
3. Проект захватывающего устройства для утилизации банок из-под газированных напитков.
4. Исследование тепловых эффектов кузнечно-штамповочного производства с использованием датчиков термосопротивления.
5. Создание 3D-моделей деталей/узлов для совершенствования технических устройств (кабельная вилка, крыльчатка вентилятора, клапан, резонатор,).
6. Осуществление оценки длительного внешнего воздействия на образцы (определение коррозионной устойчивости термического воздействия и т.д.).
7. Измерение параметров профиля полупроводниковых деталей (шероховатость, размер включений и наночастиц).

Содержание проекта

В проекте каждой группы слушателей должны быть представлены:

1. Тема учебного исследования или проекта старшеклассников с применением оборудования инженерного класса.
2. Класс (возраст обучающихся); место в учебном плане, в дополнительном образовании; цель; результаты обучения (личностные, метапредметные, предметные).
3. Этапы организации деятельности старшеклассников в методологии учебного исследования или проекта.

4. Технологии работы с оборудованием инженерного класса.
5. Формы и методы организации учебно-исследовательской или проектной деятельности старшеклассников.
6. Планируемые результаты учебно-исследовательской или проектной деятельности старшеклассников.
7. Критерии оценивания результатов представленного учебного исследования или проекта.

Организация работы:

1. Слушателям курсов с самого начала обучения по программе известно задание по выполнению итоговой работы в формате группового проекта. Такой подход позволяет подойти к непосредственному выполнению проекта подготовленными в контексте всей предшествующей курсовой деятельности.

2. В рамках изучения модулей программы слушатели приобретают умения работы с инновационным оборудованием инженерного класса, разбираются в возможностях использования оборудования в учебно-исследовательской и проектной деятельности; обсуждают возможную тематику учебно-исследовательских и проектных работ старшеклассников.

3. При выполнении исследовательских и проектных заданий в рамках изучения каждого модуля формируются группы по 4-5 человек. Всего 5-6 групп и, соответственно, 5-6 разработок разных проектов.

4. Результаты итоговых проектов слушатели представляют и защищают 1-2 члена группы в рамках работы круглого стола (время выступления – до 10 минут). Остальные участники группы отвечают на вопросы (до 10 минут)⁴, дают комментарии, демонстрируя рефлексия способов и результатов своих профессиональных действий.

5. Материалы итогового проекта каждая группа слушателей передает куратору курсов в печатном и электронном виде.

6. По окончании курсов каждый слушатель получает пакет материалов, включающий все 5-6 разработок проектов по организации учебно-исследовательской или проектной деятельности старшеклассников.

Практическая ценность образовательного продукта, применимого в практике представлена:

1. Материалами собственного проекта по организации учебно-исследовательской или проектной деятельности старшеклассников с применением оборудования инженерного класса.
2. Пакетом проектов коллег-слушателей курсов (дополнительно 5-6 разработок).

Критерии оценки итоговой работы и процедура ее защиты

Защита итоговой работы проводится по системе (0, 1, 2):

Критерий оценки	ФИО 1	ФИО 2	ФИО 3	...
1. Проработанность проекта				
2. Соответствие выбранных форм и методов цели и планируемым результатам обучения				
3. Соответствие отобранного содержания обучения цели и планируемым результатам обучения в инженерном классе				
4. Соответствие использованного оборудования целям				

⁴ Общее время защиты работ 2 часа, до 15 минут на каждую работу.

Критерий оценки	ФИО 1	ФИО 2	ФИО 3	...
обучения и возможности реализации учебных исследований и проектов старшеклассников				
Итоговая сумма баллов:				

Работа считается зачѐнной для каждого слушателя, если группа набирает более половины от максимального количества баллов (при реализации – на усмотрение преподавателя в зависимости от уровня подготовленности слушателей).

Раздел 4. Организационно-педагогические условия реализации программы

4.1. Учебно-методическое обеспечение и информационное обеспечение программы (литература)

Основная:

1. Виденкова Г.В. Деловая игра «Нанотехнологии: от создания до внедрения» [Текст]: 8-11 классы: методическое пособие / Г.В. Виденкова, Е.В. Владимирская, В.Ю. Пузыревский. – Санкт-Петербург: Школьная лига: Лема, 2015. – 62 с.
2. Гаврилов С.А. Схемотехника. Мастер-класс. – Киев: Наука и техника, 2016. – 384 с.
3. Груненок А.А., Хотунцев Ю.Л. Работы по электротехнике и электронике в образовательной области «Технология». – М.: Прометей, 2005. – 84 с.
4. Горнов О.А. Основы робототехники и программирования с VEX EDR. – М.: Экзамен, 2016. – 162 с.
5. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии. – Н. Новгород: изд-во Института физики микроструктур, 2004. – 110 с.
6. Advances in Scanning Probe Microscopy. Ed. by Sakurai T., Watanabe Y. –Berlin: Springer, 2000. – 343 p.
7. Scanning Probe Microscopies Beyond Imaging. Manipulation of Molecules and Nanostructures. Ed. by Samori P. – Weinheim: Wiley, 2006. – 544 p.
8. Оспенникова Е.В. Использование ИКТ в преподавании физики в средней общеобразовательной школе: методическое пособие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 655 с.
9. Методические указания для проведения лабораторных работ по физике. – М.: RELAB. – 2016. – 86 с.
10. Петелин А. SketchUp 2016. Базовый учебный курс [цифровая книга] – М.: Издательские решения, 2016. – 190 с.
11. Попович А.А., Мутьлина И.Н., Попович Т.А.: Современные проблемы нанотехнологии. Учебно-методический комплекс. – М.: Проспект, 2016.

Дополнительная:

1. Ванюшин М. Занимательная электроника и электротехника для начинающих и не только... Книга + виртуальный диск, 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Наука и техника, 2017. – 352 с.
2. Жестерев Д.В. Особенности рынка труда и занятости населения в Москве и Московской области // Вестник Российской академии естественных наук. – 2015. – № 2.
3. Жукова Е.А. High-Tech: феномен, функции, формы. – Томск: Изд-во Томского гос. пед. ун-та, 2007. – 376 с.
4. Ибрагимов Г.И., Ибрагимова Е.М., Андрианова Т.М. Теория обучения: учебное пособие / Под ред. Г.И. Ибрагимова. – М.: ВЛАДОС, 2011.

5. Иванова Е.О., Осмоловская И.М. Теория обучения в информационном обществе. Пособие для учителей общеобразовательных организаций. – М.: Просвещение, 2014.
6. Лернер П.С. Инженер третьего тысячелетия: учеб. пос. для профориентации и профильного обучения школьников. – М.: ИЦ Академия, 2005.
7. Лозовенко С.В. Цифровые лаборатории в исследовательской работе учащихся по физике // Физика в школе. – 2013. – № 3. – С. 28-33.
8. Махотин Д.А. Инженерная подготовка в технологическом образовании школьников // Казанский педагогический журнал. – 2016. – № 2. – Том 2.
9. Мелик-Гайказян И.В., Жукова Е.А. Философские проблемы технологий и феномен Hi-Tech // Философия математики и технических наук: Учеб. пос. для вузов / Под общ. ред. С.А. Лебедева. – М.: Академический проект, 2006. – С. 557–586. (авт. 1,4 п.л.) (Серия: Gaudeamus).
10. Полат Е.С., Бухаркина М.Ю. Современные педагогические и информационные технологии в системе образования: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений – 3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2010.
11. Поливанова К.Н. Проектная деятельность школьников. Серия «Работаем по новым стандартам». – М.: Просвещение, 2014.
12. Савенков А.И. Путь в неизведанное. Развитие исследовательских способностей школьников Методическое пособие для школьных психологов. – М. Генезис, 2005. – 203 с.
13. Саламатов Ю.П. «Как стать изобретателем»: 50 часов творчества. Книга для учителя. Пособие для самостоятельного изучения теории решения изобретательских задач. – М.: Просвещение, 1990. – 240 с.
14. Система повышения квалификации работников образования на примере Программы «Робототехника» для региональных ресурсных центров технического творчества для детей и молодежи на базе социально ориентированных НКО. – М.: Автономная некоммерческая организация «Научно-методический центр «Школа нового поколения». – 2013. – 30 с.
15. Твердынин Н.М. Технознание и техносциум: взаимодействие в образовательном пространстве. – М.: «Социальный проект», 2009. – 320 с.
16. Формирование универсальных учебных действий от действия к мысли. Система заданий/ А.Г. Асмолов и др. – М., Просвещение, 2010. – 159 с.
17. Хотунцев Ю.Л. Технологическое образование школьников – первый шаг инновационно-технологического развития страны / Материалы XIX Международной конференции по проблемам технологического образования школьников. Под ред. Ю.Л. Хотунцева. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. – С. 4-16.
18. Чошанов М.А. Инженерия обучающихся технологий Текст. / М.А. Чошан. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. – 239 с.
19. Чувелева Е.В., Козлова А.В. Нанотехнологии в учебном процессе / Библиотека администрации школы. – М.: Педагогический поиск, 2011.

Интернет-ресурсы:

1. <http://минобрнауки.рф/документы/543>.
2. <http://profil.mos.ru/inj.html#/> – проект «Московский инженерный класс».
3. www.prosv.ru – Издательство «Просвещение».
4. <http://fcior.edu.ru> – федеральный центр информационно-образовательных ресурсов.
5. <http://labtrain.ru/labsoft> – учебное оборудование.

6. Информационный портал НОЦ НТ НИУ МГСУ [Электронный ресурс]. URL: <http://lib.nocnt.ru/lib> (доступ по паролю)
7. НОЦ НТ НИУ МГСУ [Электронный ресурс]. URL: <http://nocnt.ru>
8. Доступная 3D печать для науки, образования и устойчивого развития [Электронный ресурс]. URL: <https://drive.google.com/file/d/0BwYwpIUU6gSuUW5uWldaYWswNkE>
9. <http://school-collection.edu.ru/catalog/search> – Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов.
10. <http://univertv.ru> – образовательный видео-портал с лекциями преподавателей университетов.
11. <http://window.edu.ru> – единое окно доступа к информационным ресурсам, в том числе оцифрованным книгам.

4.2. Материально-технические условия реализации программы

Материально-техническое обеспечение:

- оборудованные аудитории для проведения аудиторных занятий (лекционных и практических);
- мультимедийное оборудование (компьютер, интерактивная доска, мультимедиапроектор и пр.);
- компьютерные презентации, учебно-методические и оценочные материалы;
- инновационное оборудование, поставленное в рамках проекта «Инженерный класс в московской школе».

Программное обеспечение современных информационно-коммуникационных технологий:

- Системное прикладное программное обеспечение (операционные системы, антивирусы, программы для обслуживания телекоммуникационных сетей).
- Программное обеспечение компании Lucas Nulle для управления учебным процессом. LabSoft Classroom Manager. Программное обеспечение для моделирования электрических цепей.
- Прикладное программное обеспечение для работы с датчиковыми системами RELAB.
- Прикладное программное обеспечение для работы со СЗМ.
- Программное обеспечение Sketchup.
- Программное обеспечение Netfabb.
- Программное обеспечение для печати на 3D-принтере (RepetierHost+Slic3r).

4.3. Образовательные технологии, используемые в процессе реализации программы

В процессе реализации программы используются лекции с элементами обсуждения проблем, дискуссии, технологии проблемно-ориентированного и проектно-ориентированного обучения, технологии решения исследовательских и проектных задач.