



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Самарский государственный технический
университет»
(ФГБОУ ВО «СамГТУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор –
проректор по учебной работе
Овчинников Д.Е.
«29» августа 2025 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ
ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА

«ФИЗИКА В ЭКСПЕРИМЕНТАХ И ЗАДАЧАХ»
(стартовый уровень)

Направленность программы: естественно-научная

Возраст обучающихся: 14-15 лет (8-9 классы)

Срок реализации: 1 год

Язык обучения: русский

Самара 2025 г.

Настоящая дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа «Физика в экспериментах и задачах» (далее – программа) является собственностью ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет».

Настоящая программа не может быть полностью или частично воспроизведена, тиражирована и распространена в качестве официального издания без разрешения ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет».

СОДЕРЖАНИЕ

Раздел 1. Пояснительная записка

- 1.1. Направленность программы
- 1.2. Уровень программы
- 1.3. Актуальность программы
- 1.4. Отличительные особенности программы
- 1.5. Новизна программы
- 1.6. Формы обучения и реализации
- 1.7. Цель программы
- 1.8. Задачи программы
- 1.9. Планируемые результаты обучения
- 1.10. Категория обучающихся
- 1.11. Режим занятий
- 1.12. Трудоемкость программы

Раздел 2. Содержание программы

- 2.1. Учебный план
- 2.2. Календарный учебный график
- 2.3. Рабочая программа

Раздел 3. Формы аттестации и оценочные материалы

Раздел 4. Организационно-педагогические условия реализации программы

Раздел 5. Воспитательная направленность программы

Приложение. Программа мастер-класса

Раздел 1. Пояснительная записка

1.1. Направленность программы – естественно-научная.

1.2. Уровень программы – стартовый.

1.3. Актуальность программы

1.3.1. Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа составлена в соответствии с основными нормативными документами:

- Федеральным законом Российской Федерации от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» (редакция от 28.12.2024);

- Стратегией развития воспитания в Российской Федерации на период до 2025 года, утвержденной распоряжением Правительства РФ от 29.05.2015 № 996-р.;

- Приказом Министерства просвещения РФ от 27 июля 2022 г. N 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;

- Концепцией развития дополнительного образования детей до 2030 года (в редакции Распоряжения Правительства Российской Федерации от 15.05.2023 № 1230-р), утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 марта 2022 г. № 678-р;

- Проектом Концепции воспитания и развития личности гражданина России в системе образования, разработанным ФГБНУ «Институт изучения детства, семьи и воспитания Российской Академии образования» в 2024 году;

- Национальным проектом «Молодежь и дети» на период 2025-2030 гг.;

- Санитарно-эпидемиологическими требованиями к организации воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи. СП 2.4.3648-20, утверждены Постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020 г. № 28;

- Порядком организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным (общеразвивающим) программам в институте дополнительного образования № П-937 от 27.10.2023 г. (в новой редакции взамен № П-560 от 30.09.2020 г.);

- Уставом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Самарский государственный технический университет», утвержденный приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.12.2018 г. № 1216.

1.3.2. Актуальность данной программы объясняется рядом факторов:

- государственным социальным заказом и запросом родителей (законных представителей) обучающихся с целью удовлетворения интеллектуальных потребностей и развития познавательного интереса учащихся в области экспериментальной физики.

Актуальность программы «Физика в экспериментах и задачах» заключается в том, что она направлена на формирование творческой личности, расширение представления учащихся о методах физического познания природы, формирование познавательного интереса к физике.

- соответствием основным направлениям социально-экономического развития страны, современным достижениям науки, техники, искусства и культуры.

Изучение данного курса актуально в связи с подготовкой учащихся к исследовательской и практической деятельности.

1.4. Отличительные особенности программы

Программа направлена на развитие предпрофессиональных компетенций и практической деятельности обучающихся в области экспериментальной и

прикладной физики, получении навыков в области конструирования и расчета простых конструкций, двигателей, генераторов, систем управления, математического моделирования физических процессов, получение навыков решения содержательных задач и выполнения лабораторных работ, навыков построения физических гипотез и их доказательства.

Особенность программы заключается в её реализации на базе опорного вуза Самарского региона, СамГТУ, с применением высокотехнологичной материальной базы и привлечением к процессу обучения потенциала педагогов вуза.

1.5. Новизна и отличительные особенности

Новизна программы состоит в том, что обучающиеся смогут провести ряд экспериментов и соберут одну из моделей (мостовой электрической цепи, модели «мертвая петля», цилиндро-поршневой модели и т.д.), а также представить результаты самостоятельно проведенных исследований и собранной модели

Отличительной особенностью данной программы является подготовка учащихся к восприятию и осмыслению физических процессов, изучаемых в старших классах, практического применения знаний, их связи с наукой и техникой. На занятиях учащиеся должны убедиться в том, что практически все явления, окружающие нас, объясняются с точки зрения физики, основываются на физических законах.

1.6. Формы обучения и реализация

Форма обучения: очная.

Форма реализации: отдельные темы могут изучаться с применением дистанционных образовательных технологий с учетом возрастных, индивидуальных особенностей обучающихся, физиологических, психолого-педагогических характеристик.

1.7. Цель программы

Создание условий для развития познавательных интересов и творческих способностей учащихся, а также интереса к расширению и углублению физических знаний, содействие в профессиональной ориентации.

1.8. Задачи программы

Обучающие:

- обучить приемам проведения физических экспериментов;
- познакомить с основными методами исследования физических процессов;
- сформировать практические умения пользоваться приборами, проводить измерения физических величин, выполнять экспериментальные исследования;
- познакомить с правилами безопасной работы в физической лаборатории.

Развивающие:

- развивать творческую инициативу и самостоятельность;
- формировать убежденность в познаваемости окружающего мира и достоверности научных методов его изучения;

Воспитательные:

- воспитывать личностные качества: ответственность, целеустремленность - стремление к получению качественного законченного результата работы;
- воспитывать бережное отношение к окружающему миру;
- сформировать умение работы в команде;

- сформировать профессиональные склонности и интересы к профессии инженера-конструктора.

1.9. Планируемые результаты обучения

1.9.1. Предметные образовательные результаты

- сформировано умение пользоваться методами научного познания, проводить наблюдения, планировать и проводить эксперименты, обрабатывать результаты измерений;
- сформированы навыки использования измерительных приборов (весы, динамометр, термометр и т.д.), сбора несложных экспериментальных установок для проведения простейших опытов;
- развиты элементы теоретического мышления на основе формирования умений устанавливать факты, выделять главное в изучаемом явлении, выявлять причинно- следственные связи между величинами, которые его характеризуют, выдвигать гипотезы, формулировать выводы.

1.9.2. Личностные результаты

- сформировано критическое отношение к информации и избирательность ее восприятия;
- сформирована осознанность мотивов своих действий при выполнении заданий;
- развиты внимательность, настойчивость, целеустремленность, умения преодолевать трудности;
- приобщены к ценностям социальных норм, правил поведения, ознакомлены и умеют включаться в роли и формы социальной жизни в группах и сообществах;
- сформирована коммуникативная компетентность как способность к продуктивному общению и эффективному сотрудничеству;
- приобретены навыки публичных выступлений.

1.9.3. Метапредметные результаты

- сформированы навыки самостоятельного приобретения новых знаний, организации учебной деятельности, постановки целей, планирования, самоконтроля и оценки результатов своей деятельности, умениями предвидеть возможные результаты своих действий;
- приобретен опыт самостоятельного поиска анализа и отбора информации с использованием различных источников и новых информационных технологий для решения экспериментальных задач.

1.10. Категория обучающихся

Возраст обучающихся по программе: 14-15 лет (обучающиеся 8-9 классов общеобразовательных организаций). В программу могут быть приняты обучающиеся другой возрастной группы по результатам оценки знаний обучающихся посредством собеседования с педагогом.

Наполняемость учебной группы: 14 человек.

1.11. Режим занятий

Режим занятий: один раз в неделю; продолжительность одного занятия составляет 2 академических часа, включая 10-минутный перерыв.

Формы организации деятельности: групповая и фронтальная.

1.12. Трудоемкость программы

Программа рассчитана на 1 учебный год, объем составляет 72 часа.

1 академический час – 45 минут.

Раздел 2. Содержание программы

2.1. Учебный план

№ п/п	Название модуля	Количество часов				Форма контроля
		всего	теория	практика	самост.р абота	
1	Введение.	3	2	1	-	беседа, выполнение заданий
2	Модуль 1. Механика прямолинейного движения	12	4	8	-	выполнение заданий
3	Модуль 2. Механика криволинейного движения	10	3	7	-	выполнение заданий
4	Модуль 3. Молекулярная физика и термодинамика	10	4	6	-	выполнение заданий
5	Модуль 4. Электрические явления	15	4	11	-	выполнение заданий
6	Модуль 5. Геометрическая оптика	19	8	11	-	выполнение заданий
7	Подготовка защиты исследования	3	-	3	-	демонстрация модели или эксперимента, экскурсия
Итого:		72	25	47		

2.2. Календарный учебный графику

Год обучения	Дата начала обучения по программе	Дата окончания обучения	Всего учебных недель	Кол-во часов	Режим занятий
2025-2026	По мере комплектования групп	По факту завершения программы	36	72	1 раз в неделю по 2 академических часа

2.3. Рабочая программа

№ п/п	Наименование раздела (модуля), темы	Содержание	Количество часов		
			Теория	Практика	Самост. работа
	Введение		2	1	-
1	Тема 1. Инструктаж по охране труда Вводная лекция	Теория: Вводное занятие. Правила работы в кабинете физики. Правила работы с нагревательными приборами, правила работы с электрическими приборами Наблюдение, эксперимент, гипотеза и теория в естественнонаучном познании Роль эксперимента в науке. Выбор метода измерений и измерительных приборов.	1	-	-
2	Тема 2. Физические величины и их измерение	Теория: Изучение основ теории погрешностей. Погрешности прямых и косвенных измерений, максимальная погрешность косвенных измерений. Практика: Представление результатов измерения в виде таблиц и графиков. Способы	1	1	-

		измерения различных величин			
	Модуль 1. Механика прямолинейного движения		4	8	
3	Тема 1.1. Кинематика прямолинейного движения	Теория: Скорость равномерного движения. Относительность движения. Перемещение при равномерном движении. Графики зависимости скорости и перемещения от времени. Координатный метод описания движения. Движение с ускорением. Свободное падение тел. График скорости и перемещения от времени при равноускоренном движении. Практика: Лабораторные работы: Измерение ускорения свободного падения Исследование зависимости перемещения от времени при равноускоренном движении. Исследование зависимости скорости равноускоренного движения от времени. Изучение признака равноускоренного движения. Измерение ускорения. Измерение средней скорости. Решение задач.	1	2	-
4	Тема 1.2. Динамика прямолинейного движения. Второй закон Ньютона	Теория: Экспериментальный вывод закона всемирного тяготения. Давление, сила нормального давления. Сила — характеристика взаимодействия. Сила тяжести. Вес тела Равновесие тел. Табличный способ описания результатов опыта. Определение массы тела с помощью динамометра. Сила упругости. Натяжения нити. Сила реакции опоры. Динамометр. Результирующая сила. Сила трения. Центр тяжести. Давление, сила нормального давления. Практика: Лабораторные работы: Измерение сил динамометром. Равновесие тел с закрепленной осью вращения. Изучения действия простых механизмов (рычаг, блоки, наклонная плоскость). Изучение золотого правила механики. Сложение сил, направленных вдоль одной прямой. Сложение сил, направленных под углом. Исследование силы трения. Измерение коэффициента трения скольжения. Исследование силы упругости. Измерение жесткости пружины. Исследование зависимости силы тяжести от массы тела. Решение задач.	1	2	-
5	Тема 1.3. Работа.	Теория: Работа постоянной силы.	2	2	-

	Мощность. Законы сохранения	Работа консервативных сил. Мощность. Кинетическая энергия. Теорема об изменении кинетической энергии. Потенциальная энергия. Потенциальная энергия тела в поле силы тяжести. Потенциальная энергия тела при упругой деформации. Полная механическая энергия. Закон сохранения энергии. Закон сохранения импульса. Практика: Лабораторные работы: Изучение закона сохранения полной механической энергии. Исследование зависимости кинетической энергии от скорости и массы тела. Определение механической работы и мощности. Изучение перехода энергии из одного вида в другой.			
6	Тема 1.5. Итоговое занятие по модулю	Практика: Проверка полученных теоретических знаний и практических умений по пройденному модулю (самостоятельное выполнение экспериментальных заданий, обсуждение результатов эксперимента)	-	2	-
Модуль 2. Механика криволинейного движения			3	7	
8	Тема 2.1. Кинематика вращательного движения	Теория: Движение по окружности. Угол поворота, угловая скорость, угловое ускорение. Частота вращения тела вокруг окружности. Связь между угловой и линейной скоростями тела. Центростремительное ускорение и его вывод. Практика: Лабораторные работы. Измерение центростремительного ускорения. Зависимость углового ускорения от угловой и линейной скорости и от радиуса кривизны.	1	2	-
9	Тема 2.2. Динамика вращательного движения	Теория: Второй закон Ньютона для вращательного движения. Основное уравнение динамики вращательного движения. Момент силы. Условие равновесия вращающегося колеса. Условие невесомости для вращающегося тела. Практика: Лабораторные работы. Создание искусственной невесомости в лабораторных условиях.	2	3	-
11	Тема 2.4. Итоговое занятие по модулю	Теория: теоретическое обобщение материала, полученного в модуле Практика: Проверка полученных	-	2	-

		теоретических знаний и практических умений по пройденному модулю (самостоятельное выполнение экспериментальных заданий, обсуждение результатов эксперимента)			
Модуль 3. Молекулярная физика и термодинамика			4	6	-
12	Тема 3.1. Тепловые явления	Теория: Агрегатные состояния вещества. Теплопередача. Тепловые процессы (нагревание, охлаждение, плавление. Кристаллизация, кипение, конденсация) Практика: Лабораторные работы. Исследование охлаждения воды. Исследование явления теплопередачи. Исследование процесса кипения. Исследование изменений агрегатных состояний воды. Наблюдение за кристаллизацией переохлажденной жидкости. Исследование плавления солевого раствора. Наблюдение теплового расширения жидкостей и твердых тел. Решение задач.	1	1	-
13	Тема 3.2. Калориметрия	Теория: Калориметрия. Уравнение теплового баланса как количественный способ описания теплового процесса. Фазовые переходы между агрегатными состояниями. Практика: Лабораторные работы: Изучение уравнения теплового баланса. Измерение удельной теплоемкости твердого тела. Измерение удельной теплоты плавления льда. Измерение удельной теплоты парообразования. Решение задач.	1	1	-
14	Тема 3.3. Влажность воздуха	Теория: Влажность воздуха. Абсолютная влажность. Насыщенный пар. Точка росы. Относительная влажность. Практика: Лабораторные работы: Определение относительной влажности воздуха по точке росы. Измерение относительной влажности воздуха. Решение задач.	1	1	
15	Тема 3.4. Введение в термодинамику	Теория: Вывод основного уравнения молекулярной физики. Связь молекулярной физики с термодинамикой. Расчет термодинамических параметров с помощью терминов молекулярной физики. Практика: Лабораторные работы: Исследование изотермического процесса. Исследование изохорного	1	1	

		процесса. Исследование изобарного процесса.			
18	Тема 3.7. Итоговое занятие по модулю	Теория: Теоретическое обобщение материала, полученного в модуле Практика: Проверка полученных теоретических знаний и практических умений по пройденному модулю (самостоятельное выполнение экспериментальных заданий, обсуждение результатов эксперимента)	-	2	-
Модуль 4 Электрические явления			4	11	
19	Тема 4.1. Основы электростатики	Теория: Два вида электрических зарядов. Элементарный электрический заряд. Электризация тел. Закон Кулона для двух зарядов. Закон распределения заряда Практика: Лабораторные работы: Измерение заряда металлического шара с помощью электрометра. Исследование перетекания заряда с одного шара на другой	1	2	-
20	Тема 4.2. Электрический ток	Теория: Сила тока, напряжение, сопротивление. Косвенные измерения работы тока. Измерения мощности прибора. Количество теплоты, выделенное проводником с током. Определение КПД нагревателя. Практика: Лабораторные работы: Измерение силы тока амперметром. Измерение напряжения вольтметром. Измерение электрического сопротивления омметром. Изучение реостата. Изучение зависимости силы тока в проводнике от приложенного напряжения. Изучение зависимости силы тока в проводнике от его сопротивления.	1	2	-
21	Тема 4.3. Расчет электрических цепей	Теория: Параллельное и последовательное соединение проводников. Методы измерения тока с помощью мультиметра. Общий принцип подключения амперметра и вольтметра. Метод расстановки токов. Первый закон Кирхгофа. Второй закон Кирхгофа. Расчет цепей с помощью законов Кирхгофа. Практика: Лабораторные работы: Изучение последовательного соединения проводников. Изучение параллельного соединения проводников. Изучение смешанного соединения проводников	1	2	-

		Измерение сопротивления с помощью амперметра и вольтметра. Определение мощности и работы электрического тока. Определение температуры нити накала лампы. Расчет схемы «мост»			
22	Тема 4.4. Электромагнитные явления	Теория: Действие силы электромагнита. Определение влияния магнитного поля проводника на магнитную стрелку компаса. Устройство принцип действия приборов: электромагнита, тепловой сигнализации, прибора контроля протечки воды, схемы электроприборов (радио). Практика: Лабораторные работы: Исследование поля постоянного магнита. Изучение магнитного взаимодействия тел. Изучение действия магнита на проводник с током. Исследование явления намагничивания. Изучение электромагнита. Изучение работы электродвигателя. Определение КПД электродвигателя. Сборка и тестирование радио.	1	3	
23	Тема 4.5. Итоговое занятие по модулю	Теория: Теоретическое обобщение материала, полученного в модуле Практика: Проверка полученных теоретических знаний и практических умений по пройденному модулю (самостоятельное выполнение экспериментальных заданий, обсуждение результатов эксперимента)	-	2	-
Модуль 5. Геометрическая оптика			8	11	
	Тема 5.1. Прямолинейное распространение света	Теория: Электромагнитные волны. Природа света, цвет. Начала геометрической оптики. Практика: Лабораторные работы: Изучение распространения света	2	2	
	Тема 5.2. и Преломление и отражение света	Теория: Отражение, преломление и поглощение света. Закон отражения света. Распространение света в вакууме и в веществе. Показатель преломления. Закон Снеллиуса. Практика: Лабораторные работы: Изучение явления отражения света. Изучение изображения в плоском зеркале. Изучение вогнутого зеркала. Наблюдение преломления света. Изучение закона преломления света. Определение показателя преломления вещества.	2	3	

		Исследование преломления света в призме. Исследование полного отражения света.			
	Тема 5.3. Линзы. Оптические приборы	Теория: Линзы. Собирающая и рассеивающая линзы. Построение изображений в линзах и системах линз. Формула тонкой линзы. Увеличение линз. Оптические приборы: лупа, фотоаппарат, проектор, микроскоп, телескоп-рефрактор, перископ. Практика: Лабораторные работы: Изучение устройства линзы. Измерение фокусного расстояния собирающей линзы. Изучение действия собирающей линзы. Определение фокусного расстояния рассеивающей линзы. Исследование увеличения изображений, даваемое линзами. Проверка формулы линзы. Исследование действия системы линз. Изучение действия лупы	2	3	
	Тема 5.4. Итоговое занятие по модулю	Теория: Проверка полученных теоретических знаний Практика: Проверка практических умений по пройденному модулю. Выполнение итогового задания по модулю. Решение задач.	2	3	
Модуль 6 Подготовка защиты исследования			-	3	
24	Тема 6.1. Этап планирования эксперимента	Практика: Планирование, проведение эксперимента или сборки модели (сборка мостовой электрической цепи, сборка модели «мертвая петля», сборка цилиндрико-поршневой модели и т.д.) Представление результатов самостоятельно проведенного исследования или собранной модели	-	2	-
25	Экскурсия на кафедру ВУЗов	Познакомимся с работой кафедр СамГТУ, поговорим о том, какая физика и математика нужна для дальнейшей профессиональной деятельности. Посмотрим, как устроен университет изнутри и учебный процесс в нем	-	1	-

Раздел 3. Форма аттестации и оценочные материалы

Формы аттестации для выявления личностных качеств

В качестве форм текущего контроля используют выполнение практических заданий, лабораторных работ, решение экспериментальных задач. В качестве итогового контроля используют представление результатов самостоятельно проведенного исследования или представление самостоятельно собранной модели (сборка мостовой электрической цепи, сборка модели «мертвая петля», сборка цилиндрико-поршневой модели и т.д.)

Особенности организации аттестации/контроля

Для того чтобы оценить усвоение программы, используются следующие методы диагностики: наблюдение, выполнение отдельных заданий, презентация результатов.

По завершению учебного плана каждого модуля оценивание знаний проводится посредством выполнения лабораторных работ и обсуждения результатов выполненных экспериментальных заданий данного модуля.

Применяется трёхуровневая система оценки знаний, умений и навыков обучающихся: низкий уровень экспериментальных умений, средний уровень экспериментальных умений, высокий уровень экспериментальных умений.

Высокий уровень экспериментальных умений - обучающийся овладел на 70-100 % предусмотренным программой учебным планом; работает с оборудованием самостоятельно, не испытывает особых трудностей; планирует и выполняет экспериментальные задания с элементами творчества; свободно владеет теоретической информацией по курсу, умеет анализировать полученные результаты эксперимента и на основе анализа делать выводы, способен применять полученную информацию на практике.

Средний уровень экспериментальных умений – объём усвоенных знаний, приобретённых умений и навыков составляет 50-70 %; обучающийся работает с учебным материалом с помощью педагога; в основном, выполняет задания на основе образца; удовлетворительно владеет теоретической информацией, может отбирать оборудование самостоятельно и проводить простейшие эксперименты.

Низкий уровень экспериментальных умений - обучающийся овладел менее чем 50 % предусмотренных знаний, умений и навыков, испытывает серьёзные затруднения при работе с учебным материалом; в состоянии выполнять лишь простейшие практические задания, провести простейший физический эксперимент.

Оценочные материалы

Для выявления результатов освоения программы используются следующие контрольные задания:

Пример отчета по лабораторной работе или по итогам выполнения исследовательского опыта

Название работы:

Цель работы: *(ответ на вопрос: Для чего проводили исследование?)*

Оборудование: *(ответ на вопрос: Какие приборы и материалы необходимы и достаточны для проведения исследования?)*

Ход работы: *(алгоритм (последовательность) выполнения действий по достижению запланированного результата. Т.е. что и в какой последовательности вы должны сделать, чтобы достичь цели)*

Результаты: *(ответ на вопрос: Что наблюдали? Или, Что регистрировали? Приводятся конкретные описания ваших наблюдений или результаты проведенных измерений. При необходимости строятся графики или делаются зарисовки установки)*

Выводы: *(ответ на вопрос: Как полученные вами результаты согласуются с целью работы, что вы поняли в процессе проведения исследования или что вам удалось пронаблюдать (или доказать) в процессе проведения исследования)*

Примеры итоговых заданий по модулям

Тест (техника безопасности)

1. При выполнении фронтальных лабораторных работ в кабинете физики разрешается:

- приступать к выполнению работы без предварительного ознакомления с инструкцией по технике безопасности
- приступать к работе только с разрешения учителя
- приступать к работе без предварительного изучения содержания и хода ее выполнения

2. При определении объема тела соблюдайте особую осторожность при работе:

- с приборами из стекла – проверить на целостность (при обнаружении сколов, трещин поставьте в известность учителя)
- с калориметрическими цилиндрами
- с жидкостью (водой)

3. Размещать приборы, материалы, оборудование на своем рабочем месте:

- таким образом, чтобы было удобно разместить и тетрадь, и учебное пособие, и мобильный телефон
- таким образом, чтобы исключить их падение или опрокидывание
- таким образом, чтобы ничто не мешало учащемуся

4. При нагревании жидкости в стеклянной пробирке необходимо располагать ее

- строго перпендикулярно поверхности стола
- так, чтобы отверстие пробирки было направлено в сторону от себя и соседей по парте
- под углом 45 градусов относительно поверхности стола

5. Жидкость в стеклянной посуде

- нагревать запрещается
- можно нагревать до кипения
- нагревать можно при наличии асбестовой сетки до 60-70 градусов

6. При работе со спиртовкой

- можно зажигать одну спиртовку от другой
- нельзя задувать пламя спиртовки, надо гасить его, накрывая специальным колпачком
- можно при необходимости извлечь из горячей спиртовки горелку с фитилем

7. При сборке электрической цепи

- можно включать собранную схему без проверки преподавателем
- можно не соблюдать полярность соединений
- можно производить сборку цепи при отключенном источнике питания

8. При электрических измерениях

- можно допускать длительное зашкаливание стрелок приборов
- можно прикасаться к неизолированным контактам цепи
- можно подключать амперметр последовательно, а вольтметр – параллельно тому участку цепи, в котором нужно произвести измерения

9. В процессе работы с электроприборами

- можно продолжать работу при появлении искрения и запахе горелой изоляции

- можно подавать напряжение больше того, на которое рассчитаны электроприборы
- можно отключать источники питания сразу после обнаружения неисправности в работе электрических устройств

10. При работе с компьютером (ноутбуком)

- можно не соблюдать зрительную дистанцию до монитора
- можно не следить за исправной работой компьютера
- можно не выполнять действий, которые потенциально способны привести к несчастному случаю (качаться на стуле, облокачиваться на компьютер и т.п.)

Итоговое задание по модулю 1 «Механика прямолинейного движения»

Решение задач:

1. Лодка движется перпендикулярно к берегу со скоростью 7,2 км/ч. Течение относит ее на расстояние 150 м вниз по реке. Найти скорость течения реки и время, затраченное на переправу через реку. Ширина реки 0,5 км.
2. Мяч, брошенный горизонтально, ударяется о стенку, находящуюся на расстоянии 5 м от места бросания. Высота места удара мяча о стенку на 1 м меньше высоты, с которой брошен мяч. С какой скоростью брошен мяч? Под каким углом мяч подлетает к поверхности стенки?
3. Какой угол с горизонтом составляет поверхность бензина в баке автомобиля, движущегося горизонтально с ускорением 2,44 м/с²?
4. Конькобежец массой 70 кг, стоя на коньках на льду, бросает в горизонтальном направлении камень массой 3 кг со скоростью 8 м/с. На какое расстояние откатится при этом конькобежец, если коэффициент трения коньков о лед равен 0,02?
5. Карандаш длиной 15 см, поставленный вертикально, падает на стол. Какую угловую скорость и какую линейную скорость будут иметь в конце падения середина и верхний конец карандаша?

Итоговое задание по модулю 2 «Механика криволинейного движения»

Решение задач:

- №1. Согласно техническому паспорту, Васиной машине предназначены 15-дюймовые колёсные диски с диаметром шин 627 мм. Когда пришло время сменить машине шины, Вася решил покрасоваться, и он купил 16-дюймовые диски с диаметром шин 652 мм. На сколько секунд изменится время прохождения 1 км с новыми шинами, если машина едет, согласно спидометру, со скоростью 90 км/ч? Спидометр машины измеряет скорость по числу оборотов колеса.
- №2. Точка, находящаяся на конце лопасти воздушного винта самолета ИЛ-18, движется с линейной скоростью 254 м/с и с ускорением 12 840 м/с². Определите длину лопасти.
- №3. Каков радиус выпуклого моста, если его середину автомобиль проходит с ускорением 5 м/с². при скорости 54 км/ч?
- №4. Какова масса велосипеда вместе с велосипедистом, если он совершает поворот по закруглению дороги радиусом 200 м, двигаясь со скоростью 36 км/ч, а сила трения резины о дорогу равна 40 Н?
- №5. Вычислите первую космическую скорость для искусственного спутника Марса, движущегося вокруг планеты на небольшой высоте. Радиус Марса 3394 км, ускорение свободного падения 3,8 м/с².

Практические (экспериментальные) задания по модулю Механика прямолинейного движения

1. Исследование зависимости скорости падения дробинки в глицерине от их радиуса

Оборудование: измерительный цилиндр с глицерином, набор свинцовых дробинки различных размеров, линейка, секундомер, микрометр

2. Определите массу шарика

Оборудование: шарик неизвестной массы, прищепка для белья, спички, линейка, шарик известной массы

3. Имеется 8 совершенно одинаковых по размеру шаров, изготовленных из одного материала. В одном из шаров имеется полость. Найдите шар с полостью, пользуясь весами, причем разрешается произвести только два взвешивания. Найти минимальное число взвешиваний, при которых будет определен полый шар, находящийся в группе с произвольным числом шаров.

Оборудование: 8 шаров, весы.

Итоговое задание по модулю 3 «Молекулярная физика и термодинамика»

Решение задач:

1. Каков должен быть вес оболочки детского воздушного шарика радиусом 12,5 см, наполненного гелием, чтобы шарик находился во взвешенном состоянии? Воздух и гелий находятся при нормальных условиях. Давление внутри шарика равно внешнему давлению.

2. Какое число молекул содержит единица массы водяного пара?

3. При какой температуре энергия теплового движения атомов гелия будет достаточна для того, чтобы атомы гелия преодолели земное тяготение и навсегда покинули земную атмосферу? Решить аналогичную задачу для Луны.

4. Самолет совершает полеты на высоте 8300 м. Чтобы не снабжать пассажиров кислородными масками, в салоне при помощи компрессора поддерживается постоянное давление, соответствующее высоте 2700 м. Найти разность давлений внутри и снаружи салона. Температуру наружного воздуха считать равной 0°C.

5. Идеальная тепловая машина, работающая по циклу Карно, совершает за один цикл работу 2,94 кДж и отдает холодильнику 13,4 кДж. Найти к.п.д. цикла.

Практические (экспериментальные) задания по модулю магнитное поле

1. Определить количество теплоты, выделяющееся при скольжении тела по наклонной плоскости без начальной скорости.

Оборудование: наклонная плоскость, тело известной массы, линейка, секундомер

2. Определить удельную теплоту парообразования воды

Оборудование: сосуд с водой, калориметр, электроплитка, мензурка, секундомер, весы, разновесы, термометр.

3. Исследовать тепловые свойства кристаллического тела в интервале от комнатной температуры до 80°C и определить его основные тепловые характеристики.

Оборудование: часы, термометр, нагревательный элемент, две пробирки с жидкостью известной удельной теплоемкости, кристаллическое тело (кристаллическое тело в данной жидкости не растворяется)

4. Определить атмосферное давление.

Оборудование: две стеклянные трубки, резиновая трубка, сосуд с водой, масштабная линейка, пробка.

Итоговое задание по модулю 4 «Электрические явления»

Решение задач:

1. Два металлических одинаково заряженных шарика массой 0,2 кг каждый находятся на некотором расстоянии друг от друга. Найдите заряд шариков, если известно, что на этом расстоянии энергия их электростатического взаимодействия в миллион раз больше энергии их гравитационного взаимодействия.

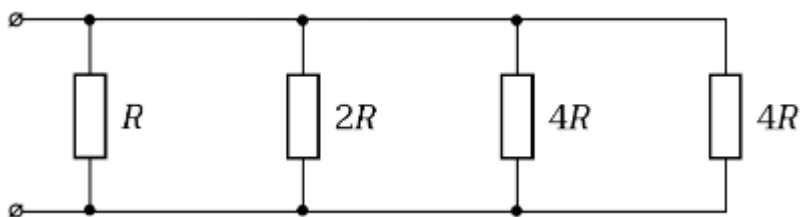
2. В центр квадрата, в каждой вершине которого находится заряд 2,33 нКл, помещен отрицательный заряд. Найдите его величину, если на каждый заряд в углах квадрата действует нулевая результирующая сила.

3. Медная и алюминиевая проволоки имеют одинаковую длину и одинаковое сопротивление. Во сколько раз медная проволока тяжелее алюминиевой?

4. На плитке мощностью 0,5 кВт стоит чайник, в который налит 1 л воды при температуре 16°C. Вода в чайнике закипела через 20 минут после включения плитки. Какое количество теплоты потеряно при этом на нагревание самого чайника, на излучение и т.д.?

5. Протон и электрон, двигаясь с одинаковой скоростью, влетают в однородное магнитное поле. Во сколько раз радиус кривизны траектории протона больше радиуса кривизны траектории электрона?

6. На рисунке изображена схема участка электрической цепи, которую подключили к идеальной батарее. Найдите отношение токов I_R и I_{2R} , протекающих через резисторы R и $2R$ соответственно. Ответ I_R/I_{2R} округлите до целого числа.



Практические (экспериментальные) задания

1. Определить удельное сопротивление проволоки, из которой изготовлен реостат.

Оборудование: реостат с известным сопротивлением, линейка, штангенциркуль.

2. Определить знаки полюсов аккумуляторной батареи.

Оборудование: лампа на 12 В, проволока, компас.

3. определить величину элементарного заряда.

Оборудование: набор по электролизу, источник, весы, амперметр, секундомер, соединительные провода

Итоговое задание по модулю 5 «Геометрическая оптика»

Решение задач:

1. Луч света падает под углом 30° на плоскопараллельную стеклянную пластинку и выходит из нее параллельно первоначальному лучу. Показатель преломления стекла равен 1,5. Какова толщина пластинки, если расстояние между лучами 1,94 см?

2. В каком направлении пловец, нырнувший в воду, видит заходящее Солнце?

3. Линза с фокусным расстоянием 16 см дает резкое изображение предмета при двух положениях, расстояние между которыми 6 см. Найдите расстояние от предмета до экрана.

4. В фокальной плоскости двояковыпуклой линзы расположено плоское зеркало. Предмет находится перед линзой между фокусом и двойным фокусным расстоянием. Постройте изображение предмета.

5. Телескоп имеет объектив с фокусным расстоянием 150 см и окуляр с фокусным

расстоянием 10 см. Под каким углом зрения видна полная Луна в этот телескоп, если невооруженным глазом она видна под углом 31'?

Практические (экспериментальные) задания

1. Определить показатель преломления воды.
Оборудование: стакан с водой, две стеклянные пластины, картон, ножницы, пластилин, транспортир, источник света, лист белой бумаги.
2. Определить фокусное расстояние выпуклого зеркала.
Оборудование: выпуклое зеркало, неточечный источник света, экран, два куска картона, линейка.
3. Определить разрешающую способность глаза и исследовать ее зависимость от диаметра отверстия в экране, помещенном перед ним.
Оборудование: лист белой бумаги, лист миллиметровой бумаги, игла, линейка, экран
4. Определить толщину своего волоса
Оборудование: микроскоп, миллиметровая бумага, волос.

Критерии оценки выполнения лабораторной работы

	<i>Критерий</i>
1	Аккуратность оформления (описания) работы
2	Наличие рисунка (схемы) установки с обозначением измеряемых величин
3	Наличие правильных измерений (оформление измерений в таблице, в виде графика)
4	Наличие правильных вычислений или анализ наблюдения
5	Наличие развернутого вывода, отражающего сущность изучаемого явления с указанием конкретных результатов

Итоговая работа по курсу «Физика в экспериментах и задачах»

Итоговая проверка уровня усвоения обучающимися материала занятий курса проводится путем презентации модели, разработанной ими. Как правило, учащийся или группа учащихся оформляют свою работу в виде творческого проекта - демонстрации подготовленного эксперимента (с объяснением результатов эксперимента) или изготовленного физического прибора или модели.

Оформление творческой работы учащегося включает

1. Название работы
2. Автор или авторский коллектив
3. Цель исследования
4. Этапы деятельности
5. Основное содержание
6. Результаты работы
7. Самооценку проделанной работы
8. Взаимооценку проделанной работы
9. Практическую значимость
10. Список литературы.

Презентация работ по собранным моделям проводится в виде семинара или конференции. Оценивается также участие в обсуждении, качество задаваемых вопросов, владение монологической и диалогической речью, уровень физической грамотности.

Критерии работы / проекта и критерии выступления на конференции:

Рефлексия обучающегося (по итогам выполнения лабораторной работы)
 я понял(а), что... _____
 было интересно... _____

 было сложно... _____
 теперь я могу... _____
 я почувствовал(а), что... _____

 я приобрел(а)... _____
 я научился(-лась)... _____
 у меня получилось... _____

 меня удивило... _____
 теперь я хочу... _____

Раздел 4. Организационно-педагогические условия реализации программы

В программе применяется системно-деятельностный подход к организации и реализации образовательного процесса, а также - для развития познавательных способностей обучающихся и формирования знаний, умений, навыков и компетенций в предметной области экспериментальной физики.

Для проведения занятий, промежуточной аттестации используются учебные аудитории, оснащенные техническими средствами обучения (мультимедийным и презентационным оборудованием) для представления учебной информации и другими расходными материалами применительно к содержанию модулей по реализации программы.

Организационные условия, позволяющие реализовать содержание данной программы, предполагают наличие специально оборудованной лаборатории физики, для проведения фронтального физического эксперимента.

Необходимо участие лаборанта в подготовке лабораторного оборудования к занятиям.

Из дидактического обеспечения необходимо наличие заданий, презентационных материалов.

Основная литература:

1. Лукьянова А.В. Физика 9 класс. Учимся решать задачи. Готовимся к ГИА. - М.: Интеллект-центр, 2011. – 192 с.
2. Сборник задач по физике: 7-9 класс / Авт. - сост. Е. Г. Московкина, В. А. Волков, - М.: 2011. -176 с.
3. Степанов С.В. Ученический эксперимент по физике (в четырех частях): пособие для учащихся - 2-е изд.- М.; ООО «Лаббок», 2022. – 111 с.
4. Тульчинский М.В. Качественные задачи по физике в средней школе: пособие для учителя. Изд.4-е, перераб.и доп. - М.: Просвещение, 1972. – 240 с.
5. Шахмаев Н.М., Павлов Н.И. Физический эксперимент в школе: пособие для учителя в 2 ч.Ч.1.- М.: Мнемозина, 2011. – 224 с.
6. Шахмаев Н.М., Павлов Н.И. Физический эксперимент в школе: пособие для учителя в 2 ч.Ч.2.- М.: Мнемозина, 2011. – 192 с.

Раздел 5. Воспитательная направленность программы

Цель воспитательной работы – создание условий для развития, саморазвития и самореализации личности обучающихся через создание

практикоориентированных учебных и исследовательских ситуаций при работе в команде.

Приоритетные направления воспитательной деятельности:

- 1) гражданско-патриотическое воспитание (формирование / воспитание патриота и гражданина на содержании тем проектов и учебных заданий);
- 2) воспитание положительного отношения к труду и творчеству;
- 3) здоровьесберегающее воспитание (соблюдение требований правил по работе с компьютером, сохранению физического здоровья сформирует потребность к ведению здорового образа жизни);
- 4) профориентационное воспитание (экскурсия в музей авиации и космонавтики Самарского университета)

Формы воспитательной работы – мероприятия (организация занятий, на которых учащиеся могут проявить свои творческие способности; посещение экскурсий); собрание с родителями (организация встреч с родителями для передачи информации о текущей образовательной программе, планах и мероприятиях; проведение индивидуальных встреч с родителями для обсуждения индивидуальных особенностей учащегося). Практическую направленность программе придают такие формы воспитательной работы, как беседы, дискуссии, совместная работа над конструированием системы управления электродвигателем с применением игровых форм.

Методы воспитания – методы формирования сознания, организации деятельности и формирования опыта общественного поведения.

1. Методы формирования сознания: беседы о целях каждого обучающегося и сформированной команды, лекция о истории открытия закона сохранения энергии, открытии уравнения Мещерского-Циолковского.
2. Методы организации деятельности и формирования опыта общественного поведения: упражнение в играх и использовании экспериментального обеспечения, воспитывающие ситуации (целенаправленно создаются на практических занятиях).
3. Методы стимулирования поведения: соревнования (командный и индивидуальный формат), поощрение за лучшие результаты.
4. Методы контроля, самоконтроля и самооценки: беседы, практические задания, анализ результатов деятельности.

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ МАСТЕР-КЛАСС
«Расчет условий баланса моста Уитстона»

Направленность: физико-техническая

Возраст обучающихся: 12-15 лет

Продолжительность: 2 часа

Язык обучения: русский

Настоящий Образовательный мастер-класс «Расчет условий баланса моста Уитстона» является собственностью ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет».

Настоящий Образовательный мастер-класс не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет».

1. Аннотация образовательного мастер-класса

Актуальность:

Обработка экспериментальных данных – это основа работы любого инженера. Для того, чтобы эта деятельность была успешна, нужно, чтобы обучающиеся не только умело пользовались физическими законами, но и обладали навыками работы с современными цифровыми датчиками, которые дают наибольшую точность.

В старшем подростковом возрасте ведущей деятельностью является учебно-профессиональная деятельность, которая направлена на освоение профессиональных знаний и умений. Эта психологическая особенность обучающихся учитывается в данном мастер-классе, где они знакомятся с профессиональной деятельностью инженера обратного проектирования через решение практических задач.

Мастер-класс направлен на формирование базовых инженерных навыков и ознакомление с профессией «Инженер», которая объединяет в себе знания физики и анализа данных.

На мастер-классе используется технология интегрированного обучения. Основным используемый метод обучения – практика: участники мастер-класса выполняют практическую работу под руководством преподавателя, во время которой обрабатывают экспериментальные данные с помощью современных цифровых датчиков. На мастер-классе используются современные цифровые методы обработки данных, игровые технологии и рефлексия.

Оборудование:

- лабораторный стенд;
- электрическая цепь: мост Уитстона;
- мультиметр;
- набор резисторов, реостатов
- цифровая плата INA 219 для измерения тока;
- интерактивная доска.

Практикоориентированность:

- работа с программой Excel: составление таблиц и графиков;
- практическая работа с цифровыми датчиками для измерения характеристик электрического тока;
- практическая работа в программе для математической обработки данных.

Программа мастер-класса направлена на решение прикладных задач в области обработки физических данных: погружает его участников не только в предметную часть, но и способствует развитию предпрофессиональных навыков группы профессий инженерных специализаций.

Связь с ДООП «Физика в экспериментах и задачах» («Раздел 5. Воспитательная направленность программы»).

2. Цель и задачи образовательного мастер-класса

Цель – создание условий для личностного развития и профессионального самоопределения подростков через формирование первичных знаний и умений в области цифрового производства, изобретательства, инженерии и их применения на практике, в науке и промышленности.

Задачи:

Обучающие:

- сформировать навык работы с экспериментальным оборудованием по физике и умение обрабатывать данные с помощью программы Excel.
- сформировать навык работы с цифровыми датчиками и умение качественно проверять их работу

Развивающие:

- развитие интереса к практическому изучению профессии «аналитик данных», алгоритмического, логического и пространственного мышления.

Воспитательные:

- формирование умения соотносить свои индивидуальные особенности с требованиями к профессии «аналитик данных».

3. Планируемые результаты обучения

Образовательный мастер-класс направлен на достижение следующих образовательных результатов:

Личностные:

- сформировано умение соотносить требования, предъявляемые к группе профессий инженерных специализаций со своими индивидуальными особенностями.

Метапредметные:

Познавательные УУД:

- сформирован устойчивый интерес к практическому изучению профессии «аналитик данных» и практические навыки в области обработки физических данных.

Регулятивные УУД:

- обрабатывают данные, полученные с помощью цифровых датчиков
- сравнивают полученную экспериментальные данные с известной теоретической моделью, рассчитывают погрешность между теорией и практикой.

Коммуникативные УУД:

- взаимодействуют с педагогом и другими участниками образовательного мастер-класса и публично демонстрируют результаты своей практической работы.

Предметные

Обучающийся научится:

- работать и получать данные с цифровых датчиков
- обрабатывать физические данные с помощью программы Excel, производить обработку данных в программе Excel (расчеты и графики) и применять знания в области обработки физических данных на практике.

Обучающийся получит возможность научиться:

- применять в практической деятельности навыки объемного, пространственного, логического мышления и обработки физических данных.

4. Категория участников

Возраст детей, участвующих в образовательном мастер-классе: 12-15 лет.

Количество участников: до 15 чел.

5. Форма, особенности реализации и трудоемкость освоения

Форма обучения: очная.

Трудоемкость: 2 академических часа.

6. План проведения образовательного мастер-класса

Таблица 1

п/п	Структура	Продолжительность учебного времени, мин	Вид, форма проведения
1	Организационная часть (приветствие, инструктаж по ТБ)	10	беседа

2	Вводная часть (теоретическая, демонстрационная)	20	лекция
3	Основная часть. Практическая работа «Расчет условий баланса моста Уитстона»	50	практическая работа за компьютерами, с экспериментальными данными, с цифровыми датчиками
4	Заключительная часть	10	рефлексия

Каждые 40 мин учебной деятельности предусмотрен 10-минутный перерыв для отдыха обучающихся.

7. Содержание образовательного мастер-класса

Ход мастер - класса:

1. Организационная часть.

Приветствие. Педагог представляется и знакомится с участниками мастер-класса в игровой форме, используя ассоциации. Каждый из участников мастер-класса называет свое имя и говорит одного из великих предшественников, которые носили то же имя.

Затем обучающиеся занимают свои рабочие места. Педагог проводит инструктаж по технике безопасности, заполняет журнал инструктажа.

После чего педагог объявляет тему и цель мастер-класса.

Педагог кратко раскрывает содержание мастер-класса в целом и его отдельных составных частей, рассказывает какие объекты ребята посетят и какой продукт получают на выходе.

2. Вводная часть (теоретическая, демонстрационная часть).

Педагог рассказывает о профессии «инженер», его роли в развитии современной науке и промышленности. Приводит анализ потребности в специалистах инженерного профиля на промышленных предприятиях Самарской области. Обучающиеся узнают о современном этапе развития методов обработки данных, компьютерного моделирования и о его роли в промышленности. Педагог рассказывает о собственном опыте участия в проектах по применению современных методов обработки данных и научной работе в университете.

3. Основная часть (практическая).

Практическая работа «Обратное проектирование»

Преподаватель совместно с участниками мастер-класса проводит эксперимент по расчету силы тока в каждом звене электрической цепи «Мост Уитстона». Рассказывает про виды контролирующих датчиков, про основные методы автоматизации получения и анализа полученных экспериментальных данных. Обсуждает с детьми методы контроля экспериментальных данных качества.

После этого дети осуществляют перенос данных с памяти цифрового датчика в программу Excel, для дальнейшей обработки полученных данных.

Затем педагог объясняет, что необходимо произвести совмещение экспериментальных данных и теоретической модели. Участники мастер-класса под руководством преподавателя в программе в программе Excel совмещают отсканированные экспериментальный и теоретический графики вольт-амперной характеристики.

Далее педагог рассказывает об основных принципах работы в программе Excel, ее функциях и возможностях. Далее обучающиеся работают в программе самостоятельно, где создают автоматизированную систему расчета погрешности

экспериментальных данных. Данную расчётную модель можно будет использовать для дальнейшей работы с другими типами данных.

4. Заключительная часть.

Педагог проводит рефлексию:

- расскажите о своем эмоциональном состоянии в начале мастер-класса и в конце;

- что нового вы узнали, чему научились;

- в чем были затруднения;

- как вы оцениваете свое участие на мероприятии.

Педагог вручает сувениры, напечатанные на 3D-принтере.

8. Организационно-педагогические условия реализации образовательного мастер - класса

8.1. Кадровое обеспечение

Занятие проводит преподаватель, соответствующий требованиям профессионального стандарта «Педагог дополнительного образования детей и взрослых», утвержденный Приказом Минтруда России от 22.09.2021 № 652н.

8.2. Учебно-методическое обеспечение, информационное и материально-техническое обеспечение

Материально-техническое оснащение: для проведения аудиторных занятий используются учебные аудитории, оснащенные техническими средствами обучения (мультимедийным и презентационным оборудованием) для представления учебной информации.

Помещения оснащены компьютерной техникой с возможностью выхода в сеть «Интернет» и обеспечены доступом к электронной информационно-образовательной среде Университета. Применяется программное обеспечение: Microsoft Excel и иное ПО.

Расходные материалы: нитки, гайки для крепления деталей штатива.

Основная литература:

1. Косинов А. Д. Датчики для цифровых и аналоговых измерений (Измери - тельный практикум. Работа 10): учеб. пособие / А. Д. Косинов, А. Г. Костюрина ; Новосиб. гос. ун-т. – Новосибирск: ИПЦ НГУ, 2017. – 90 с.

2. Обработка экспериментальных данных в MS Excel : методические указания к выполнению лабораторных работ для студентов дневной формы обучения / сост. Е. Г. Агапова, Е. А. Битехтина. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. унта, 2012. – 32 с.

Дополнительная литература:

1. Варламов С. Д., Зильберман А. Р., Зинковский В. И. Экспериментальные задачи на уроках физики и физических олимпиадах. — М.: МЦНМО, 2008. — 161 с.

2. Ланге В. Н. Экспериментальные физические задачи на смекалку: Учебное руководство.— М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1985. — 128 с.— (Библиотечка физико-математической школы).

8.3. Участникам образовательного мастер-класса поощряются сертификатом и сувенирной продукцией, распечатанной на 3D-принтере.