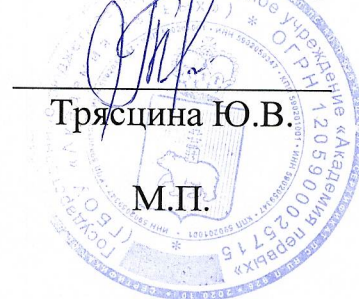


Министерство образования и науки Пермского края  
Государственное бюджетное образовательное учреждение  
«Академия первых»

**ПРИНЯТА**  
педагогическим советом  
ГБОУ «Академия первых»  
Протокол от 29.03.2023 № 2

**СОГЛАСОВАНО**  
на заседании экспертного совета  
ГБОУ «Академия первых»  
Протокол от 20.12.2022 № 6

**УТВЕРЖДЕНА**  
приказом директора  
ГБОУ «Академия первых»  
от 31.03.2023 № 81



**ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА**

**«Экспериментальное изучение механических явлений»**

Возраст обучающихся: 15-16 лет

Срок реализации программы: 72 часа

Составитель программы:  
Бабушкин Виталий  
Михайлович,  
учитель физики высшей  
категории, кандидат  
технических наук.

Пермь  
2023



## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

**Направленность (профиль) программы:** настоящая программа «Экспериментальное изучение механических явлений» дополнительной общеразвивающей программой естественнонаучной направленности, относящейся к продвинутому уровню реализации.

**Актуальность программы.** Программа посвящена решению олимпиадных экспериментальных задач по механическим явлениям с использованием как средств автоматизации физических экспериментов, так и стандартного учебного оборудования.

**Отличительные особенности программы.** Для проведения физического автоматизированного эксперимента планируется использовать систему управления LabQuest2, датчики Vernier и программное обеспечение Logger Lite. Решению олимпиадных задач предшествует экспериментальное изучение основных законов кинематики, динамики и законов сохранения импульса и энергии. Лабораторные работы сопровождаются теоретическим объяснением полученных результатов, обобщением экспериментальных фактов. Рассматриваются методы решения экспериментальных олимпиадных задач с использованием стандартного оборудования, предлагаемого на олимпиадах по физике. Формируется умение использовать эксперимент как критерий истинности физических гипотез.

**Адресат программы:** программа «Экспериментальное изучение механических явлений» предназначена для детей 15-16 лет, обучающихся в 9 классах общеобразовательных организаций, которые уже освоили базовые знания в области физики механических явлений. Программа является логическим продолжением программы по автоматизированному эксперименту, реализованной в предыдущем году. Так как программа относится к продвинутому уровню реализации, набор на обучение осуществляется на основании результатов муниципального и регионального этапов Всероссийской олимпиады школьников по физике.

**Срок реализации программы:** 72 академических часа.

**Формы обучения:** настоящая программа предполагает очное обучение

**Форма занятий:** групповая и индивидуальная. Состав объединения обучающихся (группы) – 14-16 человек.

## **1. ЦЕЛЬ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ**

Целью реализации настоящей дополнительной общеразвивающей программы является приобретение обучающимися теоретических знаний в области физики и информационных технологий, практических умений в проведении автоматизированного физического эксперимента и в решении олимпиадных экспериментальных задач.

## **2. ЗАДАЧИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ**

### **2.1. Образовательные задачи:**

- познакомить обучающихся с методами экспериментальных исследований физических процессов;
- сформировать навыки компьютерной автоматизации проведения экспериментов и обработки результатов измерений;
- отработать методы решения олимпиадных экспериментальных задач;
- применять физический эксперимент как критерий истинности научных гипотез.

### **2.2. Развивающие задачи:**

- сформировать представление о роли теоретических и экспериментальных исследований в теории познания;
- способствовать пониманию алгоритма экспериментальной работы по изучению явлений природы как критерия истинности идей и гипотез;
- выявить и сформировать интеллектуальные способности учащихся;
- выявить и поддержать талантливых обучающихся.

### **2.3. Воспитательные задачи:**

- обеспечить духовно-нравственное воспитание учащихся;



- удовлетворить потребности обучающихся в творческих исследованиях и открытиях;
- сформировать умение работать в группах;
- помочь в позитивной социализации и профессиональном самоопределении обучающихся.

### 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

В результате освоения программы «Экспериментальное изучение механических явлений» обучающийся должен **знать**: основные законы механики, методы экспериментальных исследований законов природы; методы решения экспериментальных задач различной сложности.

Используя эти знания, учащийся должен **уметь**: использовать систему управления LabQuest2, датчики Vernier и программное обеспечение Logger Lite для проведения физического автоматизированного эксперимента; решать экспериментальные задачи олимпиадного уровня по механическим явлениям с использованием оборудования фирмы NoyanLab.

**Ожидаемый результат по образовательному компоненту программы.** В результате освоения дополнительной общеразвивающей программы «Экспериментальное изучение механических явлений» обучающиеся познакомятся с методами экспериментальных исследований физических процессов; сформируют навыки компьютерной автоматизации проведения экспериментов и обработки результатов измерений; отработают на практике методы решения олимпиадных экспериментальных задач; будут уметь применять физический эксперимент как критерий истинности научных гипотез.

**Ожидаемый результат по развивающему компоненту программы.** В результате освоения программы обучающиеся сформируют представление о роли теоретических и экспериментальных исследований в теории познания; сформируют понимание алгоритма экспериментальной работы по изучению явлений природы как критерия истинности идей и гипотез; сформируют

интеллектуальные способности, получают поддержку в развитии своего таланта.

**Ожидаемый результат по воспитательному компоненту программы.** В результате освоения программы обучающиеся получают возможность для духовно-нравственного воспитания, получают помощь и поддержку в позитивной социализации и профессиональном самоопределении; сформируют и удовлетворят потребности в творческих исследованиях и открытиях, сформируют умение работать в группах, сотрудничать при выполнении экспериментов.

**Способы определения результативности:**

- педагогическое наблюдение;
- изучение активности обучающихся на занятиях;
- диагностика личностного роста и продвижения (устный опрос, рефлексия);
- оценивание результативности проведения эксперимента, групповой и парной работы;
- ведение журнала учета.

**Формы подведения итогов реализации программы.** Промежуточный мониторинг результатов освоения программы осуществляется в формате решения олимпиадных задач. Итоговым мероприятием данной программы является «Физический марафон по решению экспериментальных задач олимпиадного уровня».

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### УЧЕБНЫЙ ПЛАН

#### ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

#### «Экспериментальное изучение механических явлений»

№	Название раздела, темы	Количество часов			Форма аттестации / контроля
		Всего	Теория	Практика	
1	Физический эксперимент. Аппаратные и программные средства	4	3	1	Оценка практических навыков и результатов лабораторных работ



	автоматизации физических исследований				
2	Автоматизированное измерение кинематических параметров	6	1	5	Оценка практических навыков и результатов лабораторных работ
3	Экспериментальное изучение законов динамики И. Ньютона	6	1	5	Оценка практических навыков и результатов лабораторных работ
4	Экспериментальное изучение динамики движения связанных тел	6	1	5	Оценка практических навыков и результатов лабораторных работ
5	Экспериментальное изучение свободного падения и падения в вязкой среде	6	2	4	Оценка практических навыков и результатов лабораторных работ
6	Экспериментальное изучение закона сохранения импульса и видов соударений тел	6	1	5	Оценка практических навыков
7	Экспериментальное изучение закона сохранения энергии в механике	6	1	5	Оценка практических навыков и результатов лабораторных работ
8	Экспериментальное изучение колебательного и вращательного движений	6	2	4	Оценка результатов самостоятельных лабораторных работ
9	Автоматизированный эксперимент при решении задач исследовательского характера	8	0	8	Оценка практических навыков и результатов лабораторных работ
10	Решение экспериментальных задач олимпиадного уровня	12	0	12	Оценка результатов самостоятельных лабораторных работ
11	Заключительное занятие. Физический марафон	6	0	6	Оценка результатов самостоятельных лабораторных работ
	Итого:	72	12	60	

## СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПЛАНА

Содержание учебного плана полностью определено календарным учебным графиком – тематическим планированием, который содержит раздел программы, количество часов по этому разделу, тему каждого занятия, форму проведения занятия, содержание занятия и перечень необходимого основного оборудования для проведения экспериментальных работ и демонстраций. Для проведения физического автоматизированного эксперимента планируется на каждом занятии использовать систему

управления LabQuest2, датчики Vernier, компьютер и программное обеспечение Logger Lite. Решение олимпиадных задач по физике экспериментального этапа проводится с использованием учебного оборудования фирмы NoyanLab. Содержание программы, методический и дидактический материалы соответствуют требованиям к программам углубленного изучения физики и базируются на знаниях учащихся, полученных в основной школе.

### **Тема 1. Физический эксперимент. Аппаратные и программные средства автоматизации физических исследований (4 часа)**

Теория: Назначение системы управления LabQuest2, датчики Vernier в физическом эксперименте.

Назначение программного обеспечения Logger Lite.

Практика: Применение системы управления LabQuest2, датчиков Vernier и программного обеспечения Logger Lite для измерения силы и кинематических параметров движения. Знакомство с оптоэлектронными датчиками движения и методами их применения.

Применение системы управления LabQuest2, датчиков Vernier и программного обеспечения Logger Lite для измерения параметров движения при движении по наклонной плоскости. Применение программного обеспечения Logger Lite для обработки экспериментальных данных: построение графиков процессов, линейной аппроксимации полученных зависимостей и для статистической оценки полученных результатов.

### **Тема 2. Автоматизированное измерение кинематических параметров (6 часов)**

Теория: Методы автоматизированного измерения координат, скорости и ускорения движения тела.

Практика: Автоматизированное построение графиков и функций изменения координат, скорости и ускорения движения от времени на горизонтальной поверхности и на наклонной плоскости при различных углах



наклона. Автоматизированная обработка результатов измерений. Линейная аппроксимация. Применение ультразвуковых и оптоэлектронных датчиков движения Vernier.

### **Тема 3. Экспериментальное изучение законов динамики И.Ньютона (6 часов)**

*Теория:* Изучение основных физических величин динамики и изучение законов И. Ньютона.

*Практика:* Экспериментальное изучение первого закона Ньютона с помощью тормозной колодки Pad DTS для легкоподвижной тележки Vernier. Влияние силы трения на скорость движения. Точный подбор силы трения тормозной колодки, получение равномерного движения при движении под уклон или воздействию пружины (эксперимент 3).

Второй закон Ньютона: проверка измерения силы электронным датчиком Vernier и ускорения электронным акселерометром.

Третий закон Ньютона: использование двух датчиков силы.

### **Тема 4. Экспериментальное изучение динамики движения связанных тел (6 часов)**

*Теория:* Изучение алгоритма расчета движения связанных тел по горизонтальной поверхности и по наклонной плоскости.

*Практика:* Экспериментальное изучение параметров движения двух связанных невесомой и нерастяжимой нитью тел несколькими способами: с использованием ультразвукового датчика движения, с использованием акселерометра для измерения ускорения и с использованием оптоэлектронного датчика Vernier. Использование легкоподвижной тележки при различной массе, датчика силы для измерения силы натяжения нити и вертикально подвешенный груза для обеспечения равноускоренного движения. Возможность изменения силы трения с помощью тормозной колодки Pad DTS. Установка динамической скамьи с помощью различных углов ее наклона.

## **Тема 5. Экспериментальное изучение свободного падения и падения в вязкой среде (6 часов)**

Теория: Законы движения тела по вертикали при действии силы сопротивления воздуха и при ее отсутствии.

Практика: Экспериментальное изучение параметров движения тел по вертикали несколькими способами: с использованием ультразвукового датчика движения, с использованием акселерометра для измерения ускорения и с использованием оптоэлектронного датчика Vernier.

## **Тема 6. Экспериментальное изучение закона сохранения импульса и видов соударений тел (6 часов)**

Теория: Закон сохранения импульса. Второй закон Ньютона в импульсной форме.

Абсолютно упругое, упругое и абсолютно неупругое соударения.

Практика: Экспериментальная проверка второго закона Ньютона в импульсной форме для различных вариантов соударений тел. Методы измерения импульса силы с помощью датчика силы.

Экспериментальная проверка закона сохранения импульса для различных вариантов соударений тел и при использовании различных датчиков движения.

Экспериментальная проверка закона сохранения импульса для бесконтактного взаимодействия тел.

## **Тема 7. Экспериментальное изучение закона сохранения энергии в механике (6 часов)**

Теория: Закон сохранения механической энергии для замкнутой и незамкнутой системы. Переход энергии из одного вида в другой.

Практика: Экспериментальное изучение силы упругости и потенциальной энергии упругой деформации.

Экспериментальное изучение перехода кинетической энергии в потенциальную энергию силы тяжести и потенциальную энергию упругой деформации.



Экспериментальная проверка влияния внешних сил на преобразование энергии.

### **Тема 8. Экспериментальное изучение колебательного и вращательного движений (6 часов)**

Теория: Собственные гармонические колебания математического маятника, физического маятника и пружинного маятника. Затухающие колебания. Параметры колебаний.

Практика: Измерение параметров колебаний с помощью датчиков Vernier различного типа. Экспериментальная проверка зависимостей периодов колебаний маятников от элементов конструкции колебательной системы.

Экспериментальное изучение затухающих колебаний.

Измерение параметров вращения с помощью датчиков Vernier различного типа.

### **Тема 9. Автоматизированный эксперимент при решении задач исследовательского характера (8 часов)**

Теория: Методы решения экспериментальных задач с применением системы управления LabQuest2, датчиков Vernier и программного обеспечения Logger Lite.

Практика: Исследование «черного» ящика с потенциометром с целью определения схемы включения потенциометра.

Исследование резистивного «черного» ящика с ключом по мостовой схеме.

Исследование резистивного «черного» ящика с четырьмя выводами с целью определения сопротивлений всех резисторов в схеме.

### **Тема 10. Решение экспериментальных задач олимпиадного уровня (12 часов)**

Теория: Методы решения экспериментальных задач с применением оборудования фирмы NoyanLab. Погрешности измерений.

Практика: Решение экспериментальных задач по механике региональных и заключительных этапов физических олимпиад с применением оборудования, принадлежностей, расходных материалов и инструкций для решения задач фирмы NoyanLab. Методы расчета погрешностей прямых и косвенных измерений.

### **Тема 11. Заключительное занятие. Физический марафон (6 часов)**

Практика: Решение экспериментальных задач по механике.



**КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК**  
**(УЧЕБНО-ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН)**  
**ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ**  
**«Экспериментальное изучение механических явлений»**

№ п/п	Месяц	Число	Время проведения занятия	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведения	Форма контроля	Содержание, оборудование
1.	Месяц, число и время проведения занятий определяются конкретным периодом организации и проведения интенсивных профильных смен (периодов реализации дополнительной общеразвивающей программы)				<b>6 часов, в т.ч.:</b>	<b>Тема 1. Физический эксперимент. Аппаратные и программные средства автоматизации физических исследований</b>		Оценка практических навыков и результатов лабораторных работ	
1.1.				Лекция	2	Назначение системы управления LabQuest2, датчики Vernier в физическом эксперименте.	Аудитория	Изучение и применение программных и аппаратных средств физического эксперимента	Системы управления LabQuest2, датчики Vernier, программное обеспечение Logger Lite.
1.2.				Лекция	1	Назначение программного обеспечения Logger Lite.	Аудитория		
1.3.				Лабораторная работа	1	Применение системы управления LabQuest2, датчиков движения Vernier и программного обеспечения Logger Lite для измерения параметров движения. Применение системы управления LabQuest2, датчиков Vernier и программного обеспечения Logger Lite для измерения силы в задачах механики.	Экспериментальная лаборатория		

№ п/п	Месяц	Число	Время проведения занятия	Форма занятия	Кол-во часов в т.ч.:	Тема занятия	Место проведения	Форма контроля	Содержание, оборудование
2					<b>6 часов, в т.ч.:</b>	<b>Тема 2. Автоматизированное измерение кинематических параметров</b>		Оценка практических навыков и результатов лабораторных работ	
2.1				Лекция	1	Измерение временных зависимостей координат, скорости и ускорения с применением ультразвукового датчика движения Vernier при движении по горизонтальной поверхности.	Аудитория		Динамическая скамья с подвижными тележками. Ультразвуковой датчик движения и оптоэлектронный датчик Vernier
2.2				Лабораторная работа	2	Измерение временных зависимостей координат, скорости и ускорения с применением датчика движения Vernier при движении по наклонной плоскости.	Экспериментальная лаборатория		
2.3				Лабораторная работа	1	Измерение ускорения свободного падения при движении по наклонной плоскости.			
2.4				Лабораторная работа	1	Измерение временных зависимостей скорости и ускорения с применением оптоэлектронного датчика движения Vernier.			
3					<b>6 часов, в т.ч.:</b>	<b>Тема 3. Экспериментальное изучение законов динамики И. Ньютона</b>		Оценка практических навыков и	

№ п/п	Месяц	Число	Время проведения занятия	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведения	Форма контроля	Содержание, оборудование
3.1			Лабораторная работа	Лабораторная работа	2	Экспериментальное изучение первого закона Ньютона с помощью тормозной колодки Pad DTS для легкоподвижной тележки Vernier	Экспериментальная лаборатория	результатов лабораторных работ	Динамическая скамья с подвижными тележками. Ультразвуковой датчик движения, датчик силы и акселерометр Vernier тормозная колодка Pad DTS
3.2		Лабораторная работа		2	Второй закон Ньютона: проверка измерения силы электронным датчиком Vernier и ускорения электронным акселерометром				
3.3			Лекция	1	Третий закон Ньютона: использование двух датчиков силы	Аудитория	Экспериментальная лаборатория		
			Лабораторная работа	1					
4					<b>6 часов, в т.ч.:</b>	<b>Тема 4. Экспериментальное изучение динамики движения связанных тел</b>		Оценка практических навыков и результатов лабораторных работ	
4.1			Лабораторная работа	Лабораторная работа	2	Использование легкоподвижной тележки при различной массе, датчика силы для измерения силы натяжения нити и вертикально подвешенного груза для обеспечения равноускоренного движения связанных тел.	Экспериментальная лаборатория	результатов лабораторных работ	Датчики Vernier: датчик силы и акселерометр Vernier тормозная колодка Pad



№ п/п	Месяц	Число	Время проведения занятия	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведения	Форма контроля	Содержание, оборудование
4.2				Лекция	1	Установление различных углов наклона динамической скамьи. Измерение ускорения с помощью акселерометра	Аудитория		DTS. Неподвижный блок.
				Лабораторная работа	2		Экспериментальная лаборатория		
4.3				Лабораторная работа	1	Изменение силы трения с помощью тормозной колодки Pad DTS. Измерение ускорения с помощью акселерометра.	Экспериментальная лаборатория		
5					<b>6 часов, в т.ч.:</b>	<b>Тема 5. Экспериментальное изучение свободного падения и падения в вязкой среде</b>		Оценка практических навыков и результатов лабораторных работ	
5.1				Лекция	1	Экспериментальное изучение параметров движения тел по вертикали с использованием ультразвукового датчика движения Vernier	Аудитория		Датчик движения и акселерометр Vernier оптоэлектронный датчик Vernier. Защитная сетка.
				Лабораторная работа	1		Экспериментальная лаборатория		
5.2				Лекция	1	Использование акселерометра для измерения ускорения свободного падения и с использованием оптоэлектронного датчика Vernier	Аудитория		
				Лабораторная работа	1		Экспериментальная лаборатория		



№ п/п	Месяц	Число	Время проведения занятия	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведения	Форма контроля	Содержание, оборудование
5.3			Лабораторная работа	Лабораторная работа	2	Измерение ускорения движения парашюта по вертикали с использованием ультразвукового датчика движения Vernier	Экспериментальная лаборатория		
6					<b>6 часов, в т.ч.:</b>	<b>Тема 6. Экспериментальное изучение закона сохранения импульса и видов соударений тел</b>		Оценка практических навыков	
6.1			Лабораторная работа	Лабораторная работа	2	Экспериментальное проверка второго закона Ньютона в импульсной форме. Измерение импульса силы с помощью датчика силы.	Экспериментальная лаборатория		Динамическая скамья с подвижными тележками. Ультразвуковой датчик движения, датчик силы Vernier. Неодимовые магниты
6.2			Лабораторная работа	Лабораторная работа	1	Экспериментальная проверка закона сохранения импульса для различных вариантов соударений тел и при использовании различных датчиков движения			
6.3			Лекция	Лекция	1	Экспериментальное проверка закона сохранения импульса для бесконтактного взаимодействия тел с использованием неодимовых магнитов для отталкивания	Аудитория		
			Лабораторная работа	Лабораторная работа	2		Экспериментальная лаборатория		
7					<b>6 часов, в т.ч.:</b>	<b>Тема 7. Экспериментальное изучение закона сохранения</b>		Оценка практических	

№ п/п	Месяц	Число	Время проведения занятия	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведения	Форма контроля	Содержание, оборудование
						<b>энергии в механике</b>		навыков и результатов лабораторных работ	
7.1				Лабораторная работа	2	Экспериментальной изучение силы упругости и потенциальной энергии упругой деформации	Экспериментальная лаборатория		Датчики Vernier. Динамическая скамья с подвижными тележками. Пружины.
7.2				Лабораторная работа	2	Экспериментальное изучение перехода кинетической энергии в потенциальную энергию силы тяжести и потенциальную энергию упругой деформации.			
7.3				Лекция	1	Экспериментальная проверка влияния внешних сил на преобразование энергии.	Аудитория		
				Лабораторная работа	1		Экспериментальная лаборатория		
8					<b>6 часов, в т.ч:</b>	<b>Тема 8. Экспериментальное изучение колебательного и вращательного движений</b>		Оценка результатов самостоятельных работ	
8.1				Лабораторная работа	2	Измерение параметров колебаний с помощью датчиков Vernier различного типа	Экспериментальная лаборатория	Оценку результатов самостоятельных работ	Датчики Vernier. Математический маятник. Пружины. Аксессуары.
8.2				Лабораторная работа	2	Экспериментальная проверка зависимостей периодов колебаний маятников от элементов конструкции			

№ п/п	Месяц	Число	Время проведения занятия	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведения	Форма контроля	Содержание, оборудование
						колебательной системы			
8.3			1	Лекция	1	Экспериментальное изучение затухающих колебаний	Аудитория		
8.4			1	Лекция	1	Экспериментальная проверка влияния внешних сил на преобразование энергии	Аудитория		
9			<b>8 часов, в т.ч.:</b>			<b>Тема 9. Автоматизированный эксперимент при решении задач исследовательского характера</b>			Датчики Vernier; динамическая скамья с подвижными тележками. Аксессуары.
9.1			1	Лабораторная работа	1	Машина Атвуда. Определение зависимости ускорения от начальных масс грузов	Экспериментальная лаборатория	Оценка практических навыков и результатов лабораторных работ	
9.2			1		1	Машина Атвуда. Определение зависимости ускорения от массы перегруза			
9.3			1		1	Измерение коэффициента трения легкоподвижной тележки (без накладки PAD DTS) различными способами			
9.4			1		1	Определение по известному коэффициенту трения угла наклона наклонной плоскости для обеспечения равномерного движения вниз			



№ п/п	Месяц	Число	Время проведения занятия	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведения	Форма контроля	Содержание, оборудование
9.5					2	Определение перемещения за первую, вторую и за третью секунды движения по наклонной плоскости			
9.6					2	Определение перемещения за первую, вторую и за третью секунды падения мяча вниз			
10					<b>12 часов, в т.ч.:</b>	<b>Тема 10. Решение экспериментальных задач олимпиадного уровня</b>		Оценка результатов самостоятельн ых работ	Оборудование фирмы NoyanLab.
10.1				Лабораторная работа	2	Задача 3 «Висячие весы»	Экспериментальная лаборатория		
10.2			1		Задача 12 «Прогиб линейки»				
10.3			1		Задача 13 «Рычаг. Масса линейки»				
10.4			2		Задача 16 «Усилитель весов»				
10.5			1		Задача 17 «Центр тяжести»				
10.6			1		Задача 18 «Цилиндр в ишрице»				
10.7			1		Задача 19 «Шарик в жидкости»				
10.8			1		Задача 8 «Капля с полостью»				
10.9			1		Задача 10 «Парашюг»				
10.10			1		Задача 6 «Гидростатическое				



№ п/п	Месяц	Число	Время проведения занятия	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведения	Форма контроля	Содержание, оборудование
						взвешивание»			
11					<b>6 часов, в т.ч.:</b>	<b>Тема 11. Заключительное занятие. Физический марафон</b>		Оценка результатов	
11.1				Лабораторная работа	6	Решение экспериментальных ранее решенных задач на скорость в команде по 2 человека.	Экспериментальная лаборатория	самостоятельн ых лабораторных работ	Датчики Vermet. Оборудование фирмы NoyanLab.

## 5. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ (ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ)

### 5.1. Материально-технические условия реализации программы

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Оборудование, программное обеспечение
Аудитория	Лекция, практические занятия	Компьютер, проектор, экран, доска
Экспериментальная лаборатория	Лабораторные работы	Лабораторные электрически оборудованные столы, расходные материалы и аксессуары, система управления LabQuest2, датчики Vernier, динамическая скамья с легкоподвижными тележками, тормозная накладка PAD DTS , компьютер и программное обеспечение Logger Lite, оборудование фирмы NoyanLab

#### Литература:

1. Лозовенко С.В. Цифровая лаборатория Vernier в школьном физическом эксперименте. – ИЛЕКСА Москва, 2018.
2. Обеспечение технической и методической поддержка: Vernier, USA. [Электронный ресурс]. – URL. <https://www.vernier.com/>
3. Углубленное изучение физики с Vernier. Книга 2. За границами механики./ пер. с англ. под ред. А.А. Шаповалова, М.: Экзамен, 2014.
4. Физика с Vernier/ пер. с англ. под ред. А.А. Шаповалова, М.: Экзамен, 2017.
5. Физика. Задачи профильного экзамена и олимпиад для школьников в МГУ. Москва, МГУ, 2012.