

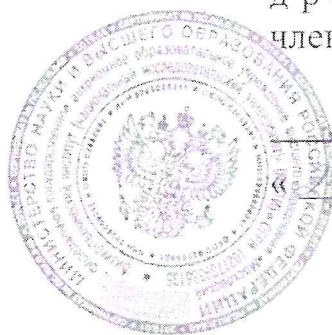
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«Московский физико-технический институт  
(национальный исследовательский университет)»

УТВЕРЖДАЮ

Ректор МФТИ

д-р физ.-мат. наук, профессор,  
член-корреспондент РАН



Н.Н. Кудрявцев

« 27 » февраля 2020 г.

Дополнительная общеобразовательная программа  
«Олимпиадная физика»

10 класс

КОПИЯ ВЕРНА



Москва 2020 год

## 1. Общая характеристика программы

1.1. Целью реализации программы дополнительного образования является:

- Выявление и развитие талантливых учащихся, склонных к изучению физики;
- Формирование целостного представления о мире, основанного на приобретённых знаниях, умениях, навыках;
- Развитие мотивации личности ребёнка к познанию и творчеству.

1.2. Категории слушателей, на обучение которых рассчитана дополнительная общеобразовательная программа (далее – программа): ученики 10 классов.

1.3. Нормативный срок освоения программы – 128 академических часов.

1.4. Форма обучения – дистанционная, очная.

1.5. Режим обучения – 4 ак. часа в неделю.

## 2. Планируемые результаты обучения

Освоение дисциплин направлено на формирование следующих компетенций учащихся:

- способность применять теорию и методы физики для построения качественных и количественных моделей объектов и физических процессов;
- способность критически оценивать применимость моделей и методов;
- готовность к саморазвитию, самореализации, использованию творческого потенциала.

В результате освоения программы слушатель должен:

- знать основные методы решения задач повышенной сложности по темам: основы молекулярно-кинетической теории, уравнение состояния идеального газа, термодинамика, фазовые равновесия и превращения, поверхностное натяжение, механические свойства твёрдых тел, электростатика, электрический ток;
- уметь решать задачи повышенной сложности по темам: основы молекулярно-кинетической теории, уравнение состояния идеального газа, термодинамика, фазовые равновесия и превращения, поверхностное натяжение, механические свойства твёрдых тел, электростатика, электрический ток;
- владеть: навыками работы с источниками информации (справочная и учебная литература, интернет-ресурсы и т.п.).

## 2. Содержание программы

Таблица 1 – Учебный план программы.

п/п	Наименование разделов	Всего, час	В том числе по видам занятий *				Форма контроля
			Лекции	Семинары	Лабораторные работы	Самостоятельная работа	
1	Основы молекулярно-кинетической теории	8	2	6	-	-	Домашние задания
2	Уравнение состояния идеального газа	16	4	12	-	-	Домашние задания
3	Термодинамика	20	5	15	-	-	Домашние задания
4	Фазовые равновесия и превращения	4	1	3	-	-	Домашние задания
5	Поверхностное натяжение	8	2	6	-	-	Домашние задания
6	Механические свойства твёрдых тел	4	1	3	-	-	Домашние задания
7	Электростатика	44	11	33	-	-	Домашние задания
8	Электрический ток	12	3	9	-	-	Домашние задания
9	Математика	12	3	9	-	-	Домашние задания
Всего:		128	32	96	-	-	

\*1) – в учебно-методическом комплекте к каждому разделу присутствуют видеолекции, конспекты лекции, видеосеминары, комплект задач для самостоятельного решения.

### 3.1. Учебно-тематический план программы представлен в таблице 2

Таблица 2 Учебно-тематический план программы.

№	Тема	Всего часов	В том числе по видам занятий		Форма контроля
			лекционные	семинары	
<b>1. Основы молекулярно-кинетической теории</b>					
1.1	Атомы и молекулы	4	1	3	Домашние задания
1.2	Столкновение молекул	4	1	3	
<b>Итого по теме 1</b>		<b>8</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	
<b>2. Уравнение состояния идеального газа</b>					
2.1	Изопроцессы	4	1	3	Домашние



2.2	Термодинамические системы с поршнями	4	1	3	задания
2.3	Уравнение состояния и гидростатика	4	1	3	
2.4	Смеси газов	4	1	3	
	<b>Итого по теме 2</b>	<b>16</b>	<b>4</b>	<b>12</b>	
<b>3. Термодинамика</b>					
3.1	Первое начало термодинамики	8	2	6	Домашние задания
3.2	Теплоёмкость газа в различных процессах	4	1	3	
3.3	Тепловые машины. КПД циклов	4	1	3	
3.4	Цикл Карно	4	1	3	
	<b>Итого по теме 3</b>	<b>20</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	
<b>4. Фазовые равновесия и превращения</b>					
4.1	Пары. Влажность	4	1	3	Домашние задания
	<b>Итого по теме 4</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	
<b>5. Поверхностное натяжение</b>					
4.2	Поверхностная энергия. Силы поверхностного натяжения	4	1	3	Домашние задания
4.3	Капиллярные явления	4	1	3	
	<b>Итого по теме 5</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	
<b>6. Механические свойства твёрдых тел</b>					
6.1	Упругие деформации	4	1	3	Домашние задания
	<b>Итого по теме 6</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	
<b>7. Электростатика</b>					
7.1	Взаимодействие зарядов. Закон Кулона	4	1	3	Домашние задания
7.2	Напряжённость электрического поля	4	1	3	
7.3	Теорема Гаусса	4	1	3	
7.4	Потенциал	4	1	3	
7.5	Проводники в электростатическом поле	8	2	6	
7.6	Диэлектрики в электростатическом поле	4			
7.7	Емкость проводников и конденсаторов	8	2	6	
7.8	Объёмная плотность энергии электростатического поля	4	1	3	
7.9	Движение заряженных частиц в	4	1	3	

	электрическом поле				
	<b>Итого по теме 7</b>	<b>44</b>	<b>11</b>	<b>33</b>	
<b>8. Электрический ток</b>					
8.1	Закон Ома. Расчёт сопротивлений	4	1	3	Домашние задания
8.2	Правила Кирхгофа. Методы расчёта разветвлённых электрических цепей	4	1	3	
8.3	Переходные процессы в цепях постоянного тока	4	1	3	
	<b>Итого по теме 8</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	
<b>9. Математика</b>					
9.1	Свойства геометрических фигур	4	1	3	Домашние задания
9.2	Основы тригонометрии	4	1	3	
9.3	Нахождение максимума и минимума функций	4	1	3	
	<b>Итого по теме 9</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	
	<b>Всего</b>	<b>128</b>	<b>32</b>	<b>96</b>	

3.2 Содержание обучения по разделам программы представлено в таблице 3

Таблица 3 – Содержание обучения по разделам программы.

№ п/п	Наименование разделов, подразделов	Содержание обучения, наименование и тематика лабораторных работ, практических занятий (семинаров), самостоятельной работы, используемых образовательных технологий, учебно-методическое обеспечение модуля	Объем, ак.час.
1	Основы молекулярно-кинетической теории		8
1.1	Атомы и молекулы	Лекция: Молекулярно-кинетический и термодинамический подходы к изучению явлений природы. Основные положения молекулярно-кинетической теории вещества. Моль вещества. Число Авогадро. Оценка размеров молекул.	1
		Семинар с решением задач по теме лекции	3
1.2	Столкновение молекул	Лекция: Идеальный газ в молекулярно-кинетической теории. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. Температура. Температурные шкалы Цельсия и Кельвина. Постоянная Больцмана. Молекулярно-кинетический смысл	1

		<p>температуры. Температура – мера средней кинетической энергии молекул.  Равномерное распределение кинетической энергии по степеням свободы.  Распределение молекул по скоростям.  Средняя и среднеквадратичная скорости.  Средняя длина свободного пробега молекул идеального газа. Количество соударений молекул со стенкой, потоки молекул через малые отверстия.</p>		
		Семинар с решением задач по теме лекции	3	
2	Уравнение состояния идеального газа		16	
2.1	Изопроцессы	<p>Лекция: Макроскопические параметры. Уравнение состояния. Квазистатические процессы. Уравнение состояния идеального газа. Универсальная газовая постоянная. Уравнение состояния смеси газов. Законы идеального газа. Изотермический процесс. Закон Бойля-Мариотта. Изохорический процесс. Закон Гей-Люссака. Закон Шарля. Графики процессов на диаграммах <math>pV</math>, <math>pT</math> и <math>VT</math>. Реальные газы. Идеальный газ в однородном поле тяжести. Барометрическая формула.</p>	1	
		Семинар с решением задач по теме лекции	3	
2.2.	Термодинамические системы с поршнями	Лекция: Условия равновесия, системы с поршнями.	1	
		Семинар с решением задач по теме лекции	3	
2.3	Уравнение состояния и гидростатика	Лекция: Уравнение состояния и гидростатика.	1	
		Семинар с решением задач по теме лекции	3	
2.4	Смеси газов	Лекция: Смеси различных газов, парциальные давления. Закон Дальтона.	1	
		Семинар с решением задач по теме лекции	3	
3	Термодинамика		20	
3.1	Первое начало термодинамики	Лекция: Понятие о внутренней энергии. Внутренняя энергия идеального газа. Внутренняя энергия реальных газов. Работа в термодинамике. Работа идеального газа в изопроцессах. Работа в круговых процессах (циклах). Первое начало термодинамики	2	



		Семинар с решением задач по теме лекции	6	
3.2	Теплоёмкость газа в различных процессах	Лекция: Теплоёмкость. Первое начало термодинамики. Применение первого начала термодинамики к изопротессам идеального газа. Теплоёмкость идеального газа. Уравнение Роберта Майера. Адиабатический процесс. Уравнение Пуассона. Внутренняя энергия газа и механическая энергия в системах газ – макроскопические тела, пружины. Теплоёмкость газа в различных процессах.	1	
		Семинар с решением задач по теме лекции	3	
3.3	Тепловые машины. КПД циклов	Лекция: Тепловая машина. Коэффициент полезного действия тепловой машины.	1	
		Семинар с решением задач по теме лекции	3	
3.4	Цикл Карно	Лекция: Второе начало термодинамики. Обратимые и необратимые процессы. Цикл Карно. Машина Карно и её КПД. Холодильная установка.	1	
		Семинар с решением задач по теме лекции	3	
4	Фазовые равновесия и превращения		4	
4.1	Пары. Влажность	Лекция: Фаза вещества. Фазовый переход. Диаграмма состояний. Тройная точка. Парообразование и конденсация. Испарение. Влажность. Насыщенный пар. Кипение. Удельная теплота парообразования. Зависимость давления насыщенного пара от температуры.	1	
		Семинар с решением задач по теме лекции	3	
5	Поверхностное натяжение		8	
5.1	Поверхностная энергия. Силы поверхностного натяжения	Лекция: Свойства поверхности жидкости. Поверхностная энергия. Коэффициент поверхностного натяжения. Силы поверхностного натяжения. Явления смачивания и несмачивания. Краевые углы.	1	
		Семинар с решением задач по теме лекции	3	
5.2	Капиллярные явления	Лекция: Капиллярные явления. Разность давлений по разные стороны изогнутой поверхности жидкости. Формула Лапласа.	1	
		Семинар с решением задач по теме лекции	3	

6	Механические свойства твёрдых тел		4	
6.1	Упругие деформации	Лекция: Элементы теории упругости. Идеально упругие тела. Упругие напряжения. Относительная деформация. Закон Гука, модуль Юнга.	1	
		Семинар с решением задач по теме лекции	3	
7	Электростатика		44	
7.1	Взаимодействие зарядов. Закон Кулона	Лекция: Электрический заряд и электрическое поле. Закон сохранения электрического заряда. Закон Кулона	1	
		Семинар с решением задач по теме лекции	3	
7.2	Напряжённость электрического поля	Лекция: Напряжённость – силовая характеристика поля. Поле точечного заряда. Принцип суперпозиции электростатических полей. Электрический диполь.	1	
		Семинар с решением задач по теме лекции	3	
7.3	Теорема Гаусса	Лекция: Поток векторного поля. Теорема Гаусса. Применение теоремы Гаусса для расчёта электростатических полей. Поле сферы и бесконечной плоскости, равномерно заряженных по поверхности. Поле бесконечного цилиндра и шара, равномерно заряженных по объёму.	1	
		Семинар с решением задач по теме лекции	3	
7.4	Потенциал	Лекция: Потенциальность электростатического поля. Разность потенциалов. Потенциал. Потенциал поля точечного заряда. Принцип суперпозиции для потенциалов. Связь напряжённости и потенциала. Силовые линии и эквипотенциальные поверхности.	1	
		Семинар с решением задач по теме лекции	3	
7.5	Проводники в электростатическом поле	Лекция: Электрическое поле в веществе. Проводники в электростатическом поле.	2	
		Семинар с решением задач по теме лекции	6	
7.6	Диэлектрики в электростатическом поле	Лекция: Диэлектрики в электростатическом поле. Метод электростатических изображений.	1	
		Семинар с решением задач по теме лекции	3	
7.7	Емкость	Лекция: Емкость проводников и	2	



	проводников и конденсаторов	конденсаторов. Ёмкость уединённого проводника. Ёмкость конденсатора. Плоский конденсатор. Сферический конденсатор. Соединения конденсаторов в электрической цепи.		
		Семинар с решением задач по теме лекции	6	
7.8	Объёмная плотность энергии электростатического поля	Лекция: Энергия заряженного конденсатора. Объёмная плотность энергии электрического поля. Потенциальная энергия заряда в электростатическом поле. Энергия взаимодействия системы точечных зарядов.	1	
		Семинар с решением задач по теме лекции	3	
7.9	Движение заряженных частиц в электрическом поле	Лекция: Движение заряженных частиц в электрическом поле. Движение в однородном поле. Движение в неоднородном поле.	1	
		Семинар с решением задач по теме лекции	3	
8	Электрический ток		12	
8.1	Закон Ома. Расчёт сопротивлений	Лекция: Электрический ток. Плотность тока и сила тока. Условия, необходимые для существования электрического тока. Закон Ома. Удельная проводимость и удельное сопротивление. Сопротивление проводника. Последовательное и параллельное соединение проводников. Методы расчёта сопротивлений.	1	
		Семинар с решением задач по теме лекции	3	
8.2	Правила Кирхгофа. Методы расчёта разветвлённых электрических цепей	Лекция: Нелинейные элементы в цепях постоянного тока. Измерение силы тока и напряжения. Амперметр и вольтметр. Работа и мощность электрического тока. Тепловое действие электрического тока. Закон Джоуля-Ленца. Сторонние силы. Электродвижущая сила источника тока. Закон Ома с учётом сторонних сил. Закон Ома для замкнутой цепи. Правила Кирхгофа. Методы расчёта разветвлённых цепей: метод эквивалентного источника, метод наложения токов, метод контурных токов, метод узловых потенциалов. Мостовая схема. Бесконечные электрические цепи.	1	

		Семинар с решением задач по теме лекции	3	
8.3	Переходные процессы в цепях постоянного тока	Лекция: Переходные процессы в цепях постоянного тока. Процессы зарядки и разрядки конденсатора.	1	
		Семинар с решением задач по теме лекции	3	
9	Математика		12	
9.1	Свойства геометрических фигур	Лекция: Свойства геометрических фигур.	1	
		Семинар с решением задач по теме лекции	3	
9.2	Основы тригонометрии	Лекция: Основы тригонометрии.	1	
		Семинар с решением задач по теме лекции	3	
9.3	Нахождение максимума и минимума функций	Лекция: Примеры задач на нахождение максимума и минимума функции.	1	
		Семинар с решением задач по теме лекции	3	
Итого			128	

#### 4. Информационные и учебно-методические условия реализации программы

##### 4.1. Информирование и учебные условия реализации программы

##### 4.1. Информирование и учебные условия реализации программы

###### 4.1.1. Список литературы:

1. Задачи по физике: учебное пособие; [сборник задач по физике / И. И. Воробьев и др.]; под редакцией О. Я. Савченко. – СПб: Издательство «Лань», 2001.
2. Всероссийские олимпиады по физике. 1992-2001: Под. ред. С.М. Козела, В.П. Слободянина. – М.: «Вербум-М», 2002 г.
3. Козел С.М. Физика. 10-11 классы: пособие для учащихся и абитуриентов. В 2-х частях. Часть 1: Механика. М.: Мнемозина, 2010 г.
4. Козел С.М. Физика. 10-11 классы: пособие для учащихся и абитуриентов. В 2-х частях. Часть 2: Электродинамика, Электромагнитные колебания и волны, Оптика, Специальная теория относительности, Квантовая физика, Физика атома и атомного ядра. М.: Мнемозина, 2010 г.
5. Бутиков Е.И., Кондратьев А.С. Физика. Учебное издание для углублённого изучения. В 3-х книгах. М.: Физматлит, 2008 г. Книга 1: Механика, Книга 2: Электродинамика. Оптика, Книга 3: Строение и свойства вещества.
6. Е.И. Бутиков, А.А. Быков, А.С. Кондратьев. Физика в примерах и задачах. М.: МЦНМО, 2008 г.



#### 4.1.2. Интернет-ресурсы

1. <https://os.mipt.ru/> [Официальный сайт сетевой олимпиадной школы «Физтех-регионам»];
2. <http://4ipho.ru/> [Информационный сайт о Всероссийской олимпиаде школьников по физике];
3. <https://olimpiada.ru/> [Информационный сайт об олимпиадах и других мероприятиях для школьников].

4.2. Материально-технические условия реализации программы представлены в таблице 4

Таблица 4 – Материально-технические условия реализации программы.

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
Аудитория	Лекции	Компьютер, мультимедийный проектор, экран, меловая/маркерная доска, принтер, доступ к сети интернет
Аудитория	Семинары	Меловая/маркерная доска, компьютер для преподавателя

#### 4.3. Организация образовательного процесса

Аудиторные занятия проводятся 1 раз в неделю. Одно занятие: 1 лекция – 1 акад. час и семинарские занятия – 3 акад. часа.

Самостоятельная работа проводится слушателем в удобном для него режиме.

В таблице 5 описаны образовательные технологии.

Таблица 5 – Образовательные технологии.

№ п/п	Вид занятия	Форма проведения занятий	Цель
1	Лекция	Изложение материала в устной форме, а также при помощи подготовленных видеоматериалов	Ознакомление слушателей с базовым материалом по тематике курса
2	Семинары	Разбор правил и методов решения задач в формате видеосеминаров	Практическое освоение теоретических знаний
3	Самостоятельная работа	Изучение материалов по теме курса в указанных источниках	Закрепление знаний



## 5. Оценка качества освоения программы

Оценка качества освоения модуля осуществляется комиссией в виде текущего контроля по результатам сдачи домашних работ.

Оценка качества освоения программы проводится по двухбалльной системе: «зачтено», «не зачтено» по результатам промежуточного контроля (домашние задания), контроля посещаемости практических занятий.

Формы и методы контроля и оценки результатов освоения разделов представлены в таблице 6.

Таблица 6 - Формы и методы контроля и оценки результатов освоения разделов.

Наименование разделов	Основные показатели оценки	Формы и методы контроля и оценки
Основы молекулярно-кинетической теории	Знание эффективных методов решения задач на олимпиадах по физике	Домашнее задание, максимальный балл за каждое задание - 50
Уравнение состояния идеального газа		
Термодинамика		
Фазовые равновесия и превращения		
Поверхностное натяжение		
Механические свойства твердых тел		
Электростатика		
Электрический ток		

## 6. Примерные задачи

1. Одинаковые массы водорода и гелия поместили в сосуд вместимостью  $V_1$ , который отделен от откачанного сосуда вместимостью  $V_2$  полупроницаемой неподвижной перегородкой, свободно пропускающей только молекулы водорода. После установления равновесия давление в первом сосуде упало в два раза. Определите отношение  $V_2/V_1$ . Во время процесса температура поддерживалась постоянной.

2. При изотермическом сжатии 9 г водяного пара при температуре 373 К его объем уменьшился в три раза, а давление возросло вдвое. Найдите начальный объем пара.

3. Определите толщину слоя жидкости, разлитой на горизонтальной плоскости. Краевой угол  $\theta$ , плотность жидкости  $\rho$ , коэффициент поверхностного натяжения  $\sigma$ , ускорение свободного падения  $g$ .



## 7. Составители программы:

**Воронов Артём Анатольевич** – проректор по учебной работе и довузовской подготовке, доцент кафедры общей физики, ведущий научный сотрудник учебно-методической лаборатории инноватики МФТИ, кандидат физико-математических наук, председатель Центральной предметно-методической комиссии по физике.

**Киселев Александр Михайлович** – научный сотрудник ФИАН, сотрудник учебно-методической лаборатории по работе с одарёнными детьми (МФТИ), член жюри заключительного этапа Всероссийской олимпиады школьников по физике, тренер национальной сборной России на Международную физическую олимпиаду IPhO.


**Аполонский Александр Николаевич** – преподаватель кафедры физики Бийского технологического института (филиала) АлтГТУ, кандидат физико-математических наук, член Центральной предметно-методической комиссии по физике, член жюри заключительного этапа Всероссийской олимпиады школьников по физике, награждён медалью ордена «За заслуги перед отечеством» II степени.

**Иголеви́ч Иван Александрович** – заместитель директора по организации олимпиадного движения АНОО «Физтех-лицей» имени П.Л. Капицы, сотрудник учебно-методической лаборатории по работе с одарёнными детьми МФТИ, член жюри заключительного этапа Всероссийской олимпиады школьников по физике, член жюри заключительного этапа олимпиады им. Дж. К. Максвелла, Почётный работник общего образования Российской Федерации, Лауреат премии Президента РФ за работу с одарёнными детьми (2001 г.), абсолютный победитель всероссийского конкурса «Учитель года» (2005 г.).

**Киреев Александр Анатольевич** – учитель физики высшей квалификационной категории ГБОУ РМ «Республиканский лицей» и АНОО «Физтех-лицей» имени П.Л. Капицы, сотрудник учебно-методической лаборатории по работе с одарёнными детьми МФТИ, член жюри заключительного этапа Всероссийской олимпиады школьников по физике, Лауреат Премии Президента РФ лучшим учителям за достижения в педагогической деятельности (2019 г.).

Согласовано

Зам. директора ЦДПО

  
\_\_\_\_\_  
У.Б. Вещезерова  
« 14 » февраля 2020 г.

Согласовано

Проректор по учебной работе и довузовской подготовке, доцент кафедры общей физики, к.ф.-м.н.

  
\_\_\_\_\_  
А.А. Воронов  
« 26 » февраля 2020 г.

