



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
профессионального образования
Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)
(МГТУ им. Н.Э. Баумана)

УТВЕРЖДАЮ
Первый проректор-проректор по учебной работе
МГТУ им. Н.Э. Баумана
Б.В. Падалкин
«11» марта 2024 г.



**Дополнительная профессиональная программа
повышения квалификации
по физике**

**«Решение задач повышенного уровня сложности по молекулярной физике и
термодинамике: алгоритмы, стратегии»**

Направление: проекты ДОНМ
«Инженерный класс в московской
школе»,
«IT – класс в московской школе»

Авторы:
Еркович О.С., доцент, к.ф.-м.н., председатель
учебно-методической комиссии НУК
«Фундаментальные науки», победитель
конкурса «Золотые имена высшие школы»
Поздышев М.Л., доцент, к.ф.-м.н., заместитель
заведующего кафедрой «Физика»
Семиколенов А.В., доцент, к.ф.-м.н.,
председатель экзаменационной комиссии
Университета по физики, победитель конкурса
«Лучший преподаватель Университета»

Москва, 2024 г.

Раздел 1. «Характеристика программы»

1.1. Цель реализации программы - совершенствование профессиональных компетенций обучающихся в области решения задач повышенного уровня сложности по молекулярной физике и термодинамике: алгоритмы, стратегии в рамках реализации проектов ДОНМ «Инженерный класс в московской школе», «IT – класс в московской школе».

Совершенствуемые компетенции

№ п/п	Компетенция	Направление подготовки 44.03.01 Педагогическое образование Бакалавриат
		Код компетенции
1.	Способен осуществлять контроль и оценку формирования результатов образования обучающихся, выявлять и корректировать трудности в обучении	ОПК-5

1.2 Планируемые результаты обучения

№	Уметь – знать	Направление подготовки 44.03.01 Педагогическое образование
		Бакалавриат
		Код компетенции
1.	Уметь: решать задачи повышенного уровня сложности по темам молекулярной физики и термодинамики для определения возможных трудностей в обучении и их корректировки Знать: – алгоритмы решения задач повышенного уровня сложности по темам молекулярной физики и термодинамики; – стратегии определения возможных трудностей в обучении решению задач повышенного уровня	ОПК – 5

	сложности по темам молекулярной физики и термодинамики и их корректировки	
2.	<p>Уметь: составлять системы заданий, ориентированные на формирование умений решать задачи повышенного уровня сложности по темам молекулярной физики и термодинамики для оценивания уровня их сформированности, выявления и корректировки трудностей обучения</p> <p>Знать: стратегию составления систем заданий, ориентированных на формирование умений решать задачи повышенного уровня сложности по темам молекулярной физики и термодинамики для оценивания уровня их сформированности, выявления и корректировки трудностей обучения</p>	ОПК –5

1.2. Категория обучающихся: уровень образования - высшее образование; область профессиональной деятельности – обучение физики на уровне среднего общего образования в рамках реализации проектов ДОНМ «Инженерный класс в московской школе», «IT – класс в московской школе».

1.3. Форма обучения: очная с применением электронного обучения и ДОТ.

1.4. Режим занятий: не менее 4 часов в день, не менее 1 раза в неделю.

1.5. Трудоемкость программы: 36 часов

Раздел 2 «Содержание программы»

2.1. Учебный план

№ п/п	Наименование разделов (модулей) и тем	Аудиторные учебные занятия, учебные работы, час.			Внеаудиторная работа, самостоятельная работа	Формы контроля	Трудоемкость, час.
		Всего аудиторных часов	Из них				
			Лекции ¹	Практические занятия			
1.1.	Основные положения молекулярно-кинетической теории. Газовые законы: решение задач повышенного уровня сложности и составление систем задач	8	3	5	4	Тест №1, практическая работа №1	12
1.2.	Основные положения термодинамики. Тепловые машины: решение задач повышенного уровня сложности и составление систем задач	8	3	5	4	Тест №2, практическая работа №2	12
1.3.	Основы физики конденсированного состояния. Пары и влажность: решение задач повышенного уровня сложности и составление систем задач	8	3	5	4	Тест №3, практическая работа №3	12
3.	Итоговая аттестация					Зачет на основании совокупности результатов тестов №№1– 3, практических работ №№ 1–3, выполненных на положительные оценки	
	Итого:	24	9	15	12		36

¹ Лекции – лекции-вебинары

2.2. Рабочая программа

Наименование разделов/модулей, тем	Виды учебных занятий, учебных работ	Содержание
Тема 1. Основные положения молекулярно-кинетической теории. Газовые законы: решение задач повышенного уровня сложности и составление систем задач.	Лекция, 3 часа	<p>Основные положения молекулярно-кинетической теории (МКТ), их опытное обоснование. Модели строения газов, жидкостей и твёрдых тел и объяснение свойств вещества на основе этих моделей. Тепловое равновесие. Температура и способы её измерения. Модель идеального газа в молекулярно-кинетической теории. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории идеального газа. Газовые законы. Уравнение Менделеева–Клапейрона. Закон Дальтона. Связь абсолютной температуры термодинамической системы со средней кинетической энергией поступательного теплового движения её частиц.</p> <p>Алгоритмы решения задач повышенного уровня сложности по темам «Молекулярно-кинетическая теория», «Газовые законы».</p> <p>Стратегии и примеры определения возможных трудностей в обучении решению задач повышенного уровня сложности по темам «Молекулярно-кинетическая теория», «Газовые законы».</p> <p>Стратегия и примеры составления систем заданий, ориентированных на формирование умений решать задачи повышенного уровня сложности по темам «Молекулярно-кинетическая теория», «Газовые законы» для оценивания уровня их сформированности, выявления и корректировки трудностей обучения</p>
	Практическое занятие, 1 час	Систематизация лекционного материала, решение задач по теме «Молекулярно-кинетическая теория», подготовка к тестированию
	Практическое занятие, 4 часа	Систематизация лекционного материала, решение задач по теме «Газовые законы», подготовка к тестированию. Тест №1

	Самостоятельная работа, 4 часа	Практическая работа №1 Составить систему заданий, ориентированных на формирование умений решать задачи повышенного уровня сложности по темам молекулярно-кинетической теории, газовые законы для оценивания уровня их сформированности, выявления и корректировки трудностей обучения
Тема 2. Основные положения термодинамики. Тепловые машины: решение задач повышенного уровня сложности и составление систем задач.	Лекция, 3 часа	Термодинамическая (ТД) система. Задание внешних условий для термодинамической системы. Внешние и внутренние параметры. Параметры термодинамической системы как средние значения величин, описывающих её состояние на микроскопическом уровне. Нулевое начало термодинамики. Самопроизвольная релаксация термодинамической системы к тепловому равновесию. Квазистатические и нестатические процессы. Работа в термодинамике. Количество теплоты. Первое начало термодинамики. Количество теплоты. Теплоёмкость тела. Удельная и молярная теплоёмкости вещества. Уравнение Майера. Второе начало термодинамики. Тепловые машины. КПД тепловой машины. Цикл Карно. Холодильные машины. Алгоритмы решения задач повышенного уровня сложности по темам «Основные положения термодинамики», «Тепловые машины». Стратегии и примеры определения возможных трудностей в обучении решению задач повышенного уровня сложности по темам «Основные положения термодинамики», «Тепловые машины» Стратегия примеры составления систем заданий, ориентированных на формирование умений решать задачи повышенного уровня сложности по темам «Основные положения термодинамики», «Тепловые машины» для оценивания уровня их сформированности, выявления и корректировки трудностей обучения.
	Практическое занятие, 1 час	Систематизация лекционного материала, решение задач по теме «Основные положения термодинамики», подготовка к тестированию.

	Практическое занятие, 4 часа	Систематизация лекционного материала, решение задач по теме «Тепловые машины», подготовка к тестированию. Тест №2
	Самостоятельная работа, 4 часа	Практическая работа №2 Составить систему заданий, ориентированных на формирование умений решать задачи повышенного уровня сложности по темам «Основные положения термодинамики», «Тепловые машины» для оценивания уровня их сформированности, выявления и корректировки трудностей обучения
Тема 3. Основы физики конденсированного состояния. Пары и влажность: решение задач повышенного уровня сложности и составление систем задач.	Лекция, 3 часа	Агрегатные состояния и фазовые переходы. Насыщенные и ненасыщенные пары. Свойства паров. Влажность воздуха. Абсолютная и относительная влажность. Твёрдое тело. Деформации твёрдого тела. Растяжение и сжатие. Сдвиг. Модуль Юнга. Предел упругих деформаций. Тепловое расширение жидкостей и твёрдых тел, объёмное и линейное расширение. Поверхностное натяжение. Коэффициент поверхностного натяжения. Капиллярные явления. Давление под искривлённой поверхностью жидкости. Формула Лапласа. Алгоритмы решения задач повышенного уровня сложности по темам «Основы физики конденсированного состояния», «Пары и влажность». Стратегии и примеры определения возможных трудностей в обучении решению задач повышенного уровня сложности по темам «Основы физики конденсированного состояния», «Пары и влажность». Стратегия и примеры составления систем заданий, ориентированных на формирование умений решать задачи повышенного уровня сложности по темам «Основы физики конденсированного состояния», «Пары и влажность» для оценивания уровня их сформированности, выявления и корректировки трудностей обучения.
	Практическое занятие, 1 час	Систематизация лекционного материала, решение задач по теме «Пары и влажность», подготовка к тестированию.

	Практическое занятие, 4 часа	Систематизация лекционного материала, решение задач по теме «Основы физики конденсированного состояния», подготовка к тестированию. Тест №3
	Самостоятельная работа, 4 часа	Практическая работа №3 Составить систему заданий, ориентированных на формирование умений решать задачи повышенного уровня сложности по темам «Основы физики конденсированного состояния», «Пары и влажность» для оценивания уровня их сформированности, выявления и корректировки трудностей обучения
Итоговая аттестация		Зачет на основании совокупности результатов тестов №№1–3, практических работ №№ 1–3, выполненных на положительные оценки

2.3. Учебный график

Наименование раздела, темы	Объем нагрузки, час.	Учебные недели								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Основные положения молекулярно-кинетической теории. Газовые законы: решение задач повышенного уровня сложности и составление систем задач	12	Л, ПЗ	ПЗ	ПЗ Т, ПР1						
Основные положения термодинамики. Тепловые машины: решение задач повышенного уровня сложности и составление систем задач	12				Л, ПЗ	ПЗ	ПЗ Т ПР2			
Основы физики конденсированного состояния. Пары и влажность: решение задач повышенного	12							Л, ПЗ	ПЗ	ПЗ Т ПР3

уровня сложности и составление систем задач										
Итоговая аттестация	0									3

Л – лекция, ПЗ – практическое занятие, ПР – практическая работа, Т – тест, З - зачет

Раздел 3 ФОРМЫ АТТЕСТАЦИИ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

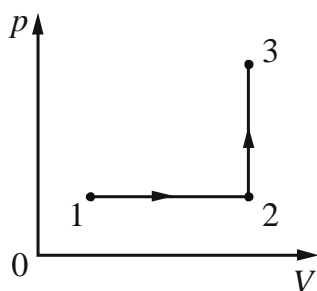
Оценка качества освоения программы осуществляется в форме текущего контроля и итоговой аттестации.

3.1. Текущий контроль осуществляется на основании тестирования и практических работ.

Тест №1 содержит 10 заданий. Примеры тестовых заданий.

1. Укажите все правильные ответы

1 моль одноатомного идеального газа участвует в процессе 1–2–3, график которого изображён на рисунке в координатах p – V , где p – давление газа, V – объём газа. Как изменяются плотность газа в ходе процесса 1–2 и абсолютная температура газа в ходе процесса 2–3?



Масса газа остаётся постоянной. Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

1	увеличивается
2	уменьшается
3	не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Плотность газа в ходе процесса 1–2	Абсолютная температура газа в ходе процесса 2–3

2. Решите задачу и дайте количественный ответ

На какую глубину h в жидкость плотностью $\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$ надо погрузить открытую трубку длиной $L = 120 \text{ см}$, чтобы, закрыв верхнее отверстие, вынуть столбик жидкости длиной $L/2$? Атмосферное давление $p_0 = 10^5 \text{ Па}$. Процесс считать изотермическим.

3. Решите задачу и дайте количественный ответ

Два сосуда, соединенные трубкой, содержат сильно разреженный газ (длина свободного пробега молекул много больше длины трубки). Температура газа в сосудах соответственно $T_1 = 300 \text{ К}$ и $T_2 = 600 \text{ К}$ поддерживается постоянной. Установившееся давление газа в первом сосуде $p_1 = 10^5 \text{ Па}$. Определите установившееся давление p_2 газа во втором сосуде.

Критерии оценивания: тест оценивается положительно при правильном выполнении не менее 6 заданий из 10 предложенных. Предоставляется три попытки.

Оценка: зачтено/не зачтено

Практическая работа №1

Составить систему заданий, ориентированных на формирование умений решать задачи повышенного уровня сложности по темам молекулярно-кинетической теории, газовые законы для оценивания уровня их сформированности, выявления и корректировки трудностей обучения

Требования к работе: работа осуществляется на основании стратегии составления систем заданий, ориентированных на формирование умений решать задачи повышенного уровня сложности по темам «Молекулярно-кинетическая теория», «Газовые законы» для оценивания уровня их сформированности, выявления и корректировки трудностей обучения

Критерии оценивания:

1. Все шаги стратегии выполнены правильно в полном объеме.
2. Система заданий подобрана в соответствии возрастными особенностями учащихся.

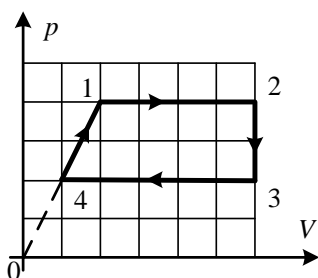
3. Система задания позволяет сформировать запланированные умения решать задачи повышенного уровня сложности, входящие в данные темы.
4. Запланированы дополнительные задания для корректировки возможных трудностей в обучении.
5. Представлен набор заданий для оценивания успешности формирования нужных умений.

Оценка: зачтено/не зачтено

Тест №2 содержит 10 заданий. Примеры тестовых заданий.

1. Укажите все правильные ответы

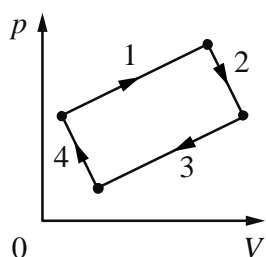
Один моль идеального одноатомного газа совершает циклический процесс 1–2–3–4–1, график которого показан на рисунке в координатах p - V . Из предложенного перечня выберите **все** верные утверждения.



1	В процессе 1–2 газ совершает отрицательную работу
2	В процессе 2–3 газу сообщают положительное количество теплоты
3	В процессе 3–4 газ отдаёт положительное количество теплоты в окружающую среду
4	В процессе 4–1 внутренняя энергия газа остаётся неизменной
5	Работа, совершённая газом в процессе 1–2, в 1,6 раза больше работы, совершённой над газом в процессе 3–4.

2. Установите соответствие между утверждениями

На рисунке изображена pV - диаграмма для изменений состояния 3 моль идеального одноатомного газа. В каком процессе работа газа положительна и минимальна по величине, а в каком – работа внешних сил положительна и максимальна по величине? Установите соответствие между характеристиками процессов и номерами процессов на диаграмме. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

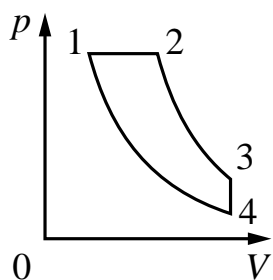


ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССОВ	НОМЕРА ПРОЦЕССОВ
А. работа газа положительна и минимальна	1
Б. работа внешних сил положительна и максимальна	2
	3
	4

А	Б

3. Решите задачу и дайте количественный ответ

Тепловой двигатель использует в качестве рабочего вещества 1 моль идеального одноатомного газа. Цикл работы двигателя изображён на pV -диаграмме и состоит из двух адиабат, изохоры, изобары. Зная, что КПД этого цикла $\eta = 15\%$, а минимальная и максимальная температуры газа при изохорном процессе $t_{\min} = 37^\circ\text{C}$ и $t_{\max} = 302^\circ\text{C}$, определите количество теплоты, получаемое газом за цикл.



Критерии оценивания: тест оценивается положительно при правильном выполнении не менее 6 заданий из 10 предложенных. Предоставляется три попытки.

Оценка: зачтено/не зачтено

Практическая работа №2

Составить систему заданий, ориентированных на формирование умений решать задачи повышенного уровня сложности по темам «Основные положения термодинамики», «Тепловые машины» для оценивания уровня их сформированности, выявления и корректировки трудностей обучения

Требования к работе: работа осуществляется на основании стратегии составления систем заданий, ориентированных на формирование умений решать задачи повышенного уровня сложности по темам «Основные положения термодинамики», «Тепловые машины» для оценивания уровня их сформированности, выявления и корректировки трудностей обучения

Критерии оценивания:

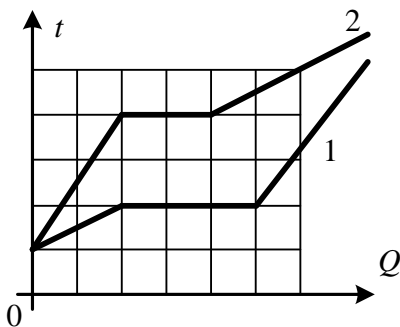
1. Все шаги стратегии выполнены правильно в полном объеме.
2. Система заданий подобрана в соответствии возрастными особенностями учащихся.
3. Система задания позволяет сформировать запланированные умения решать задачи повышенного уровня сложности, входящие в данные темы.
4. Запланированы дополнительные задания для корректировки возможных трудностей в обучении.
5. Представлен набор заданий для оценивания успешности формирования нужных умений.

Оценка: зачтено/не зачтено

Тест №3 содержит 10 заданий. Примеры тестовых заданий.

1. Укажите все правильные ответы

На рисунке представлены графики зависимости температуры t двух тел одинаковой массы от сообщённого количества теплоты Q . Первоначально тела находились в жидком агрегатном состоянии.



Используя данные графиков, выберите из предложенного перечня все верные утверждения.

1	Температура кипения у первого тела в 2 раза ниже, чем у второго.
2	Тела имеют одинаковую удельную теплоёмкость в жидком агрегатном состоянии.
3	Удельная теплоёмкость в жидком агрегатном состоянии у первого тела в 3 раза больше, чем у второго.
4	Оба тела имеют одинаковую удельную теплоту парообразования.
5	Удельная теплоёмкость в газообразном агрегатном состоянии у первого тела в 2 раза больше, чем у второго.

2. Решите задачу и дайте количественный ответ

Определите избыточное давление внутри мыльного пузыря радиусом $R=2,5$ см.

Коэффициент поверхностного натяжения мыльного раствора при $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\sigma=4\cdot 10^{-2}$ Н/м.

Толщина стенок пузыря мала по сравнению с его радиусом.

3. Решите задачу и дайте количественный ответ

Два сосуда разного объема, соединенные трубкой с краном, содержат влажный воздух при комнатной температуре. Относительная влажность воздуха в сосудах равна соответственно 30% и 40%. Если кран открыть, то после установления теплового равновесия относительная влажность воздуха в сосудах окажется равной 36%. Определите отношение объема второго сосуда к объему первого. Температуру считать постоянной.

Тест №2 содержит 10 заданий. Примеры тестовых заданий.

Критерии оценивания: тест оценивается положительно при правильном выполнении не менее 6 заданий из 10 предложенных. Предоставляется три попытки.

Оценка: зачтено/не зачтено

Практическая работа №3

Составить систему заданий, ориентированных на формирование умений решать задачи повышенного уровня сложности по темам «Основы физики конденсированного состояния», «Пары и влажность» для оценивания уровня их сформированности, выявления и корректировки трудностей обучения

Требования к работе: работа осуществляется на основании стратегии составления систем заданий, ориентированных на формирование умений решать задачи повышенного уровня сложности по темам «Основы физики конденсированного состояния», «Пары и влажность» для оценивания уровня их сформированности, выявления и корректировки трудностей обучения

Критерии оценивания:

6. Все шаги стратегии выполнены правильно в полном объеме.
7. Система заданий подобрана в соответствии возрастными особенностями учащихся.
8. Система задания позволяет сформировать запланированные умения решать задачи повышенного уровня сложности, входящие в данные темы.

9. Запланированы дополнительные задания для корректировки возможных трудностей в обучении.
10. Представлен набор заданий для оценивания успешности формирования нужных умений.

Оценка: зачтено/не зачтено

3.2. Итоговая аттестация: зачет по совокупности результатов тестов №№ 1 – 3, практических работ № 1 – 3, выполненных на положительную оценку.

Оценка: зачтено/не зачтено.

Раздел 4. «ОРГАНИЗАЦИОННО-ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ»

4.1. Учебно-методическое и информационное обеспечение программы

4.1.1. Нормативные документы (в актуальной редакции)

1. **Об образовании в Российской Федерации:** Федеральный закон от 29.12.2012 №273-ФЗ // Официальный интернет-портал правовой информации: [сайт]. - URL <http://pravo.gov.ru/proxy/ips/?docbody=&nd=102162745> (дата обращения: 01.03.2024)
2. **Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования:** Приказ Минпросвещения России от 31.05.2021 № // Официальное опубликование правовых актов: [сайт]. - URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202107050027> (дата обращения: 01.03.2024)
3. **«Об утверждении стандартов проектов предпрофессионального образования в государственных образовательных организациях, подведомственных Департаменту образования и науки города**

Москвы». Приказ Департамента образования и науки города Москвы от 03.07.2023 № 606

4. **Об утверждении стандартов городских образовательных проектов «Естественно-научная вертикаль», «ИТ-вертикаль», «Математическая вертикаль» и «Математическая вертикаль ПЛЮС» в государственных образовательных организациях, подведомственных Департаменту образования и науки города Москвы:** Приказ Департамента образования и науки города Москвы от 20.07.2023 № 674 // Городские проекты [сайт]. - URL: https://profil.mos.ru/it-vert/images/files/Prikaz_3122_674_20_07_2023.pdf (дата обращения: 01.03.2024)

4.1.2. Основная литература

1. Гольдфарб, Н.И. Физика. Задачник: 10-11 классы. – 16-е изд., стереотип. — М.: Просвещение, 2023. — 400 с. - ISBN: 978-5-09-084441-3
2. Ландсберг, Г.С. Элементарный учебник физики. В 3 т. Т. 1. Колебания и волны. Механика. Теплота. Молекулярная физика. - М.: Физматлит, 2022. – 612 с. - ISBN: 978-5-9221-1256-7

4.1.3. Дополнительная литература:

1. Белолипецкий, С.Н., Задачник по физике/ Белолипецкий С.Н., Ерквич О.С., Казаковцева В.А., Цветинская Т.С. – Москва: Физматлит. – 2019. – 368 с. - ISBN: 978-5-9221-0175-2
2. Глазунов, А.Т. Физика. Учебное пособие для 11 класса школ и классов с углубленным изучением физики / А.Т. Глазунов, О.Ф. Кабардин, А.Н. Малинин [и др.]. - Москва: Просвещение, 1994. 432 с. - ISBN 5-09-007354-6
3. Двурличанская, Н.Н. Компетентностный подход к обучению естественнонаучным дисциплинам в техническом профессиональном

образовании. – М.: МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2011. – 185 с. - ISBN 978-5-98669-027-8

4. Дик, Ю.И. Физика. Учебное пособие для 10 класса школ и классов с углубленным изучением физики / Ю.И. Дик, О.Ф. Кабардин, В.А. Орлов [и др.]. - Москва: Просвещение, 1993. 416 с. - ISBN 5-09-008972-8.
5. Пентин, А.Ю. Физика. Реализация требований ФГОС основного общего образования: методическое пособие для учителя. - Москва.: ФГБНУ «Институт стратегии развития образования РАО», 2022. 53 с. - ISBN 978-5-6049067-3-6.

4.1.4. Интернет-ресурсы:

1. Федеральный институт педагогических измерений: сайт. – Москва, 2004. - URL: www.fipi.ru (дата обращения: 01.03.2024)
2. Информация по олимпиадам, проводимым физическим факультетом МГУ им. М.В. Ломоносова: сайт. – Москва, 2024. - URL: <https://phys.msu.ru/rus/en-trants/olympiads/> (дата обращения: 01.03.2024)
3. Этапы Всероссийской Олимпиады школьников: сайт. – Москва, 2024. - URL: <https://vos.olimpiada.ru/> (дата обращения: 01.03.2024)
4. Проект «Инженерный класс в московской школе»: сайт. – Москва, 2024. - URL: <http://profil.mos.ru/inj/o-proekte.html> (дата обращения: 01.03.2024)

4.2. Материально-технические условия реализации программы

Серверы используемых при обучении Интернет–ресурсов расположены на территории Российской Федерации и соответствуют требованиям Федерального закона "О персональных данных" от 27.07.2006 N 152–ФЗ.

При изучении образовательных материалов используется отечественное программное обеспечение и/или сервисы.

Для реализации программы необходимо следующее материально-техническое обеспечение: оборудованные аудитории для проведения аудиторных занятий;

мультимедийное оборудование (компьютер, интерактивная доска и пр.); свободный доступ к сети Интернет.

Может быть использована электронная информационно-образовательная среда МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Для проведения практических и интерактивных занятий требуется доступ в лаборатории комплекса Дом Физики МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Для проведения занятий по реализации программы МГТУ им. Н.Э. Баумана располагает всей необходимой аудиторно - лабораторной базой:

- специализированным компьютерным классом, оснащённым полным мультимедийным оборудованием (интерактивная доска, проектор) и программным обеспечением по тематике занятий;
- учебно-лабораторным оборудованием Учебного комплекса «Дом физики».

4.3. Кадровые условия реализации программы

Учебный процесс обеспечивают:

- профессорско-преподавательский состав, имеющий соответствующий уровень подготовки (признаваемые дипломы, сертификаты/удостоверения повышения квалификации) в области физики;
- учебно-вспомогательный персонал (сотрудники ФГБОУ ВО «Московский Государственный технический университет им. Н.Э. Баумана»).