

**ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ГОРОДА МОСКВЫ**  
**Государственное автономное образовательное учреждение**  
**дополнительного профессионального образования города Москвы**  
**«МОСКОВСКИЙ ЦЕНТР КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ»**



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ГАОУ ДПО МЦКО  
М.В. Лебедева

«29» «января» 2021 г.

**Дополнительная профессиональная программа**  
**(повышение квалификации)**

Сложные вопросы школьного курса физики.  
Модуль «Квантовая физика и элементы астрофизики».

Разработчики курса:  
Васильева И.В.  
Капустина Л.Е.

## Раздел 1. «Характеристика программы»

### 1.1. Цель реализации программы

Совершенствование профессиональных компетенций обучающихся в области сложных вопросов школьного курса физики: «Квантовая физика и элементы астрофизики».

#### Совершенствуемые компетенции

| №  | Компетенция                                                                                                                              | Направление подготовки<br>44.03.01<br>Педагогическое образование<br>Квалификация<br>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<br>44.03.01<br>Педагогическое образование<br>Квалификация<br>Бакалавриат |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Код компетенции                                                                                 |
| 1. | <b>Уметь:</b> анализировать и выявлять трудности изучения школьниками темы «Квантовая физика и элементы астрофизики»<br><b>Знать:</b> стратегию анализа и выявления трудностей в изучении школьниками темы «Квантовая физика и элементы астрофизики»                                                                             | ОПК-5                                                                                           |
| 2. | <b>Уметь:</b> проектировать систему заданий, направленных на корректировку трудностей изучения школьниками темы «Квантовая физика и элементы астрофизики»<br><b>Знать:</b> алгоритм проектирования системы заданий, направленных на корректировку трудностей изучения школьниками темы «Квантовая физика и элементы астрофизики» | ОПК-5                                                                                           |

**1.3. Категория обучающихся:** уровень образования – высшее, область профессиональной деятельности – обучение физике на уровне общего и среднего профессионального образования.

**1.4. Форма обучения:** очная с дистанционной поддержкой обучения.

**1.5. Режим занятий:** 4 академических часа в день, 4 дня.

**1.6. Трудоемкость программы:** 16 часов.

## **Раздел 2. «Содержание программы»**

### **2.1. Учебный (тематический) план**

| №<br>п/п | Наименование<br>разделов (модулей) и<br>тем                                             | Всего<br>часо<br>в | Виды учебных<br>занятий, учебных<br>работ |                         | Формы<br>контроля                                                                                | Трудоемкость |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|          |                                                                                         |                    | Лекции                                    | Практические<br>занятия |                                                                                                  |              |
| 1.       | Основные сложности изучения темы<br>«Квантовая физика»                                  | 6                  | 2                                         | 4                       | Тест № 1                                                                                         | 6            |
| 2.       | Подходы к корректировке трудностей<br>изучения темы «Квантовая физика»                  | 5                  | 2                                         | 3                       |                                                                                                  | 5            |
| 3.       | Эффективные способы<br>корректировки трудностей изучения<br>темы «Элементы астрофизики» | 5                  | 2                                         | 3                       | Практическая<br>работа № 1                                                                       | 5            |
| 4.       | <b>Итоговая аттестация</b>                                                              |                    |                                           |                         | Зачет на<br>основании<br>совокупности<br>результатов<br>тестирования и<br>практической<br>работы |              |
|          | <b>Итого:</b>                                                                           | 16                 | 6                                         | 10                      |                                                                                                  | 1<br>6       |

## 2.2. Учебная программа

| № п/п                                                                               | Виды учебных занятий, учебных работ | Содержание                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Основные сложности изучения темы «Квантовая физика»                              | <i>Лекция, 2 ч.</i>                 | Основные трудности при изучении темы «Квантовая физика» в 9 и 11 классе. Фотоны. Фотоэффект. Квантовые свойства света. Разбор задач и качественных вопросов различного уровня сложности.<br><br>Стратегия анализа и выявления трудностей в изучении школьниками темы «Квантовая физика» |
|                                                                                     | <i>Практическое занятие, 4 ч.</i>   | Тренинг по решению задач. Работа над ошибками.<br><br><b>Тест № 1</b> «Квантовая физика»                                                                                                                                                                                                |
| 2. Подходы к корректровке трудностей изучения темы «Квантовая физика»               | <i>Лекция, 2 ч.</i>                 | Основные трудности при изучении темы «Квантовая физика» в 9 и 11 классе. Радиоактивность. Строение атома. Постулаты Бора. Разбор задач и качественных вопросов различного уровня сложности                                                                                              |
|                                                                                     | <i>Практическое занятие, 3 ч.</i>   | Тренинг по решению задач. Работа над ошибками                                                                                                                                                                                                                                           |
| 3. Эффективные способы корректровки трудностей изучения темы «Элементы астрофизики» | <i>Лекция, 2 ч.</i>                 | Опорные конспекты (схемы). Разбор задания № 24 КИМ ЕГЭ.<br><br>Алгоритм проектирования системы заданий, направленных на корректровку трудностей изучения школьниками темы «Элементы астрофизики»                                                                                        |
|                                                                                     | <i>Практическое занятие, 3 ч.</i>   | Разбор примеров заданий, направленных на корректровку трудностей изучения школьниками темы «Элементы астрофизики».<br><br><b>Практическая работа № 1</b> «Проектирование системы заданий, направленных на корректровку трудностей изучения школьниками темы «Элементы астрофизики»      |
|                                                                                     | <i>Зачет</i>                        | Зачет на основании совокупности результатов тестирования и практической работы                                                                                                                                                                                                          |

### Раздел 3. «Формы аттестации и оценочные материалы»

#### 3.1. Промежуточная аттестация:

##### Тест № 1

##### «Квантовая физика и элементы астрофизики»

Проводится на платформе <http://moodle.mcko.ru>.

Образцы тестовых заданий:

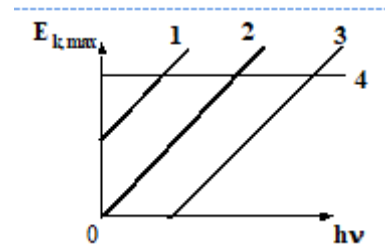
1. Фотон с энергией  $E$  движется в вакууме. Пусть  $h$  – постоянная Планка,  $c$  – скорость света в вакууме. Чему равны частота и импульс фотона? Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

| ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА | ФОРМУЛА        |
|---------------------|----------------|
| А) Частота фотона   | 1) $c/E$       |
| Б) Импульс фотона   | 2) $E/h$       |
|                     | 3) $h/\lambda$ |
|                     | 4) $\lambda/h$ |

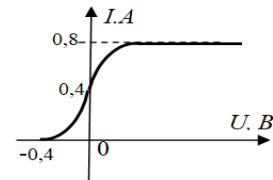
2. Модуль импульса фотона в первом пучке света в 2 раза больше, чем во втором пучке. Определите отношение длины волны в первом пучке света к длине волны во втором пучке.

3. Число фотонов, излучаемых лазерной указкой за  $t = 5$  с,  $N = 6 \cdot 10^{16}$ . Длина волны излучения указки равна  $\lambda = 600$  нм. Определите мощность  $P$  излучения указки.

4. На рисунке приведены варианты графика зависимости максимальной энергии фотоэлектронов от энергии падающих на фотокатод фотонов. В каком случае график соответствует законам фотоэффекта?



5. Металлическая пластина освещается светом с длиной волны 600 нм. Зависимость силы фототока  $I$  от электрического потенциала  $U$  пластинки представлена на графике (см. рисунок). Какова работа выхода электронов из металла? Ответ выразите в электронвольтах и округлите до сотых.



6. Фотокатод с работой выхода  $A_1$  освещают монохроматическим светом с длиной волны  $\lambda$  и наблюдают фотоэффект. Затем тем же светом освещают фотокатод с работой выхода  $A_2 < A_1$ .

| ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА                         | ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ                                     |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------|
| А) «Красная граница» фотоэффекта $\nu_{кр}$ | 1) увеличивается<br>2) уменьшается<br>3) не изменяется |
| Б) Запирающее напряжение                    |                                                        |

7. При облучении катода светом с длиной волны  $\lambda = 300 \text{ нм}$  фототок прекращается, когда напряжение между анодом и катодом  $U = 1,4 \text{ В}$ . Определите красную границу  $\lambda_0$  фотоэффекта для этого вещества.

8. Для некоторых атомов характерной особенностью является возможность захвата атомным ядром одного из ближайших к нему электронов. При захвате электрона некоторые характеристики атомного ядра изменяются. Как ведут себя перечисленные ниже характеристики атомного ядра при захвате ядром электрона?

#### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

#### ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ

А) Массовое число ядра

1) увеличивается

Б) Заряд ядра

2) уменьшается

3) не изменяется

9. Атом водорода при переходе в основное состояние  $E_1$  из возбужденного состояния  $E_2$  излучает фотон. Чему равны длина волны и модуль импульса этого фотона? Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать.

#### ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

#### ФОРМУЛЫ

А) Длина волны фотона

$$1) \frac{E_2 - E_1}{c}$$

2)

Б) Модуль импульса фотона

$$\frac{E_2 - E_1}{h}$$

)

3)

$$\frac{hc}{E_2 - E_1}$$

4)

$$\frac{h}{E_2 - E_1}$$

10. Как изменяется при  $\alpha$ -распаде ядра его электрический заряд, число протонов и число нейтронов в ядре?

**ВЕЛИЧИНЫ****ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЯ**

- |                             |                  |
|-----------------------------|------------------|
| А) Электрический заряд ядра | 1) увеличивается |
| Б) Число протонов в ядре    | 2) уменьшается   |
| В) Число нейтронов в ядре   | 3) не изменяется |

11. В образце имеется  $2 \cdot 10^{10}$  ядер радиоактивного изотопа цезия  $^{137}_{55}\text{Cs}$ , имеющего период полураспада 26 лет. Через сколько лет останутся не распавшимися  $0,25 \cdot 10^{10}$  ядер данного изотопа?

12. Рассмотрите таблицу, содержащую характеристики планет Солнечной системы.

| Название планеты | Среднее расстояние от Солнца (в а.е.) | Диаметр в районе экватора, км | Наклон оси вращения | Первая космическая скорость, км/с |
|------------------|---------------------------------------|-------------------------------|---------------------|-----------------------------------|
| Меркурий         | 0,39                                  | 4879                          | 0,6'                | 3,01                              |
| Венера           | 0,72                                  | 12 104                        | 177°22'             | 7,33                              |
| Земля            | 1,00                                  | 12 756                        | 23°27'              | 7,91                              |
| Марс             | 1,52                                  | 6794                          | 25°11'              | 3,55                              |
| Юпитер           | 5,20                                  | 142 984                       | 3°08'               | 42,1                              |
| Сатурн           | 9,58                                  | 120 536                       | 26°44'              | 25,1                              |
| Уран             | 19,19                                 | 51 118                        | 97°46'              | 15,1                              |
| Нептун           | 30,02                                 | 49 528                        | 28°19'              | 16,8                              |

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам планет.

- 1) Среднее расстояние от Венеры до Солнца в три раза меньше, чем от Марса до Солнца.
- 2) Вторая космическая скорость при старте с поверхности Юпитера составляет 25 км/с.
- 3) Ускорение свободного падения на Сатурне составляет около  $10,5 \text{ м/с}^2$ .
- 4) Чем дальше планета от Солнца, тем больше первая космическая скорость для её спутников.
- 5) На Марсе может наблюдаться смена времён года.

Тестирование успешно пройдено, если слушатель правильно выполнил не менее 70% заданий.

### **Практическая работа № 1**

**Проектирование системы заданий, направленных на корректировку трудностей изучения школьниками темы:**

**«Квантовая физика и элементы астрофизики»**

### **Требования к практической работе**

1. Работа осуществляется на основании алгоритма проектирования системы заданий, направленных на корректировку трудностей изучения школьниками темы «Квантовая физика и элементы астрофизики».

2. Приведите примеры заданий из ОГЭ и/или ЕГЭ по физике, при выполнении которых выпускник должен актуализировать информацию по теме «Квантовая физика и элементы астрофизики».

3. Изучите систему заданий по теме «Квантовая физика и элементы астрофизики» в УМК, по которому вы работаете в школе. Выделите те задания, которые являются наиболее эффективными для подготовки к ОГЭ и ЕГЭ по физике. Приведите примеры 3-5 таких заданий (укажите формулировки заданий и передайте выборочно используемый дидактический материал).

### **Критерии оценивания**

Выполнены все требования к практической работе.

### **Оценивание:**

**4 балла** – верно приведено не менее 1 задания из ОГЭ и/или ЕГЭ по физике; верно приведено не менее 3 упражнений из УМК;

**3 балла** – верно приведено не менее 1 задания из ОГЭ и/или ЕГЭ по физике; верно приведено 2 упражнения из УМК;

**2 балла** – верно приведено не менее 1 задания из ОГЭ и/или ЕГЭ по физике; верно приведено 1 упражнение из УМК;

**1 балл** – верно приведено не менее 1 задания из ОГЭ и/или ЕГЭ по физике или 1 упражнение из УМК;

**0 баллов** – не верно приведено 1 задание из ОГЭ и/или ЕГЭ по физике, или не верно приведено 1 задание из УМК, или не приведено ни одного задания из ОГЭ и/или ЕГЭ по физике и ни одного задания из УМК.

Практическая работа считается выполненной, если слушатель получил не менее «2» баллов.

**3.2. Итоговая аттестация:** зачет на основании совокупности результатов тестирования и практической работы.

## **Раздел 4. «Организационно-педагогические условия реализации программы»**

### **4.1. Учебно-методическое обеспечение и информационное обеспечение программы**

#### **Литература**

1. Гиголо А.И., Демидова М.Ю. Особенности системы оценивания заданий с развернутым ответом в контрольных измерительных материалах по физике // «Педагогические измерения». – 2019. – № 2. – С. 28–36.
2. Демидова М.Ю., Грибов В.А., Гиголо А.И. ЕГЭ. Физика. 1000 задач с ответами и решениями / М.Ю. Демидова, В.А. Грибов, А.И. Гиголо. – М.: Просвещение, 2017.
3. Демидова М.Ю., Грибов В.А., Гиголо А.И. Я сдам ЕГЭ! Физика. Курс самоподготовки. Технология решения заданий. – М.: Просвещение, 2020.
4. Демидова М.Ю., Грибов В.А., Гиголо А.И. Я сдам ЕГЭ! Физика. Механика. Молекулярная физика. Типовые задания. – М.: Просвещение, 2020.
5. Демидова М.Ю., Грибов В.А., Гиголо А.И. Я сдам ЕГЭ! Физика. Электродинамика. Квантовая физика. Типовые задания. – М.: Просвещение, 2018.
6. Демидова М.Ю., Заграничная Н.А., Иванова Т.В. и др. / Под ред. Ковалёвой Г.С., Логиновой О.Б. Планируемые результаты.

Математика. Физика. Химия. Биология. Естествознание. 10–11 классы. Базовый и углублённый уровни. – М.: Просвещение, 2014.

7. Демидова М.Ю., Камзеева Е.Е., Физика ОГЭ (Механические явления. Тепловые явления. Электромагнитные явления). Типовые задания – М.: Просвещение, 2017.

8. Демидова М.Ю., Камзеева Е.Е., Физика ОГЭ (Электромагнитные волны. Квантовые явления. Решение задач). Типовые задания. – М.: Просвещение, 2018.

9. Демидова М.Ю. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2019 года по физике // «Педагогические измерения». – 2019. – № 4. – С. 86–108.

10. Демидова М.Ю. Методические рекомендации для учителей, подготовленные на основе анализа типичных ошибок участников ЕГЭ 2018 года по физике // «Педагогические измерения». – 2018. – № 4. – С. 121–143.

11. Демидова М.Ю., Грибов В.А., Гиголо А.И. ЕГЭ. Физика. Учебный экзаменационный банк: тематические работы / под ред. М.Ю. Демидовой – М.: Национальное образование, 2018.

12. Демидова М.Ю., Камзеева Е.Е., Никифоров Г.Г. ОГЭ 2019. Физика. Тренажер. Экспериментальные задания – М.: Издательство «Экзамен», 2018.

13. ЕГЭ. Физика. Типовые экзаменационные варианты. 30 вариантов / Под ред. М.Ю. Демидовой. – М.: Национальное образование, 2018.

14. Зорин Н.И. ОГЭ-2019. Физика: тренировочные варианты: 9 класс. – М.: Эксмо, 2018.

15. Кабардин О.Ф., Глазунов А.Т., Орлов В.А. / под ред. Пинского А.А., Кабардина О.Ф. Физика 11 кл. Учебник. (Углуб. ур.) (ФГОС). – М.: Просвещение, 2017.

16. Кабардин О.Ф., Орлов В.А., Эвенчик Э.Е. и др. / под ред. Пинского А.А., Кабардина О.Ф. Физика 10 кл. Учебник. (Углуб. ур.) (ФГОС). – М.: Просвещение, 2017.

17. Камзеева Е.Е., Демидова М.Ю. Методические материалы для председателей и членов региональных предметных комиссий по проверке выполнения заданий с развёрнутым ответом экзаменационных работ ОГЭ 2017. – ФИПИ, 2017.

18. Камзеева Е.Е. ОГЭ 2018. Физика. Учебный экзаменационный банк. Тематические работы. – М.: Издательство «Национальное образование», 2018.

19. Камзеева Е.Е. ОГЭ 2019. Физика. Типовые тестовые задания. 14 вариантов заданий. – М.: Издательство «Экзамен», 2019.

20. Лукашева Е.В. ЕГЭ 2018. Физика. 50 вариантов. Типовые тестовые задания от разработчиков ЕГЭ. – М.: Экзамен, 2018.

21. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н.Н. / Под ред. Парфентьевой Н.А. Физика. 10 класс. Базовый и профильный уровни. (Комплект с электронным приложением). <http://catalog.prosv.ru/item/21330>.

22. Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Чаругин В.М. / Под ред. Парфентьевой Н.А. Физика. 11 класс. Базовый и профильный уровни. (Комплект с электронным приложением). <http://catalog.prosv.ru/item/21795>.

23. Никифоров Г.Г. ОГЭ 2018. Физика. Тренажер. Экспериментальные задания. – М.: Издательство «Экзамен», 2018.

24. ОГЭ 2018. Физика. 14 вариантов. Типовые тестовые задания от разработчиков ОГЭ. – М.: Экзамен, 2018.

25. Пурешева Н.С. Основной государственный экзамен. Физика. Комплекс материалов для подготовки обучающихся. Учебное пособие. – М.: Интеллект-Центр, 2018.

26. Ханнанов Н.К. ОГЭ-2018. Физика: Сборник заданий: 9 класс. – М.: Эксмо, 2017.

### **Ресурсы Интернет**

- 1) <https://uchebnik.mos.ru/catalogue>. Московская электронная школа.
- 2) <http://www.fipi.ru/content/otkrytyy-bank-zadaniy-ege>. Открытый банк заданий ЕГЭ. Федеральный институт педагогических измерений.
- 3) <http://ege.prosv.ru/>. Издательство «Просвещение». Портал «Я сдам ЕГЭ!».
- 4) <http://минобрнауки.рф/documents/2365>. Федеральный государственный образовательный стандарт среднего (полного) общего образования (10–11 кл.).

## **4.2. Материально-технические условия реализации программы**

- компьютерное и мультимедийное оборудование: компьютер, проектор, интерактивная доска (опционно);
- <http://moodle.mcko.ru> – сайт дистанционной поддержки курсов Московского центра качества образования.