

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»

УТВЕРЖДЕНО

решением учёного совета ГУАП  
от 24.09 2020 года  
(протокол № УС-07)

с изменениями, внесенными решением  
ученого совета ГУАП от 24.06.2021  
(протокол № УС-05)

Ректор ГУАП

Мерси  
«24»

Ю.А. Антохина

2021 г.



ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА -  
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА  
ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

«Расширенная физика»  
наименование программы

Возраст обучающихся: 15-19 лет  
Срок реализации: 8 месяцев  
Уровень сложности: продвинутый  
стартовый/ базовый/ продвинутый

Санкт-Петербург – 2021

## ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Программу составил(а):


доцент, кандидат физ.-мат наук  
должность

  
подпись, дата

Вешев Н.А.  
инициалы, фамилия

Руководитель подразделения разработчика:

директор ИНДО  
должность

  
подпись, дата


Мичурин С.В.  
инициалы, фамилия

Декан факультета дополнительного профессионального образования:

  
подпись, дата

Мельниченко А.М.  
инициалы, фамилия

Проректор по образовательным технологиям и инновационной деятельности:

  
подпись, дата

Шишлаков В.Ф.  
инициалы, фамилия

## СОДЕРЖАНИЕ

|  |    |
|--|----|
| 1. Пояснительная записка.....  | 4  |
| 2. Учебный план .....  | 5  |
| 3. Календарный учебный график.....                                       | 6  |
| 4. Рабочие программы предметов, курсов, дисциплин (модулей) .....        | 7  |
| 4.1. Рабочая программа модуля «классическая физика» .....                | 7  |
| 4.2. Рабочая программа модуля «излучение и физика высоких энергий» ..... | 14 |
| 5. Формы аттестации и оценочные материалы .....                          | 19 |
| 6. Методические материалы дополнительной образовательной программы.....  | 22 |
| 7. Список использованной литературы.....                                 | 23 |

## 1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1. Характеристика вида деятельности – краткая историческая справка.

1.2. Направленность (профиль) программы – естественнонаучная.

Программа направлена на:

- формирование и развитие творческих способностей обучающихся;
- удовлетворение индивидуальных потребностей в интеллектуальном, развитии;
- развитие и поддержку обучающихся, проявивших интерес и определенные способности к физико-математическому творчеству.

1.3. Уровень сложности образовательной программы – продвинутой.

1.4. Новизна программы: нововведения в формах диагностики и подведения итогов реализации программы с учетом личностного заказа обучающихся и их родителей через участие в проводимых ГУАП олимпиадах.

1.5. Актуальность программы заключается в том, что на современном этапе развития общества она отвечает запросам детей и родителей: формирует социально значимые знания, умения и навыки оказывает комплексное обучающее, развивающее, воздействие, способствует формированию физико-математической грамотности личности, приобщает детей к творчеству. Актуальность программы определяется определением и выбором обучающимися (ещё на стадии школьного обучения) дальнейшего профессионального развития, обучения и освоения конкретных специальностей;

1.6. Педагогическая целесообразность программы обусловлена развитием физико-математических способностей обучающихся через практическое мастерство. Целый ряд специальных заданий на решение физических задач служат для достижения этого.

1.7. Цель программы – формирование и развитие творческих способностей обучающихся, выявление, развитие и поддержка талантливых обучающихся.

1.8. Задачи программы – сформировать личность, грамотную в естественнонаучной области.

1.9. Отличительные особенности программы – нацеленность программы на поступление на программы высшего образования, реализуемые в ГУАП.

1.10. Категория обучающихся – учащиеся выпускных классов и выпускники общеобразовательных учреждений 15-19 лет.

1.11. Срок реализации программы – 8 месяцев с 19.10 по 19.06. Объем программы – 192 учебных часа, запланированных на весь период обучения.

1.12. Формы организации образовательной деятельности: занятия проводятся по группам.

1.13. Режим занятий – с 18 часов 30 минут до 20 часов 45 минут два раза в неделю.

1.14. Планируемые результаты – повышение физико-математической грамотности обучающихся.

1.15. Форма подведения итогов – тестирование и участие в олимпиадах по физике, проводимых ГУАП.

## 2. УЧЕБНЫЙ ПЛАН

| № п/п | Название раздела, темы   | Количество часов |        |          | Форма аттестации |
|-------|--|------------------|--------|----------|------------------|
|       |  | Всего            | Теория | Практика |                  |
| 1.    | Физика в познании вещества, поля, пространства и времени.      | 6                | 2      | 4        | опрос            |
| 2.    | Кинематика материальной точки.                                 | 6                | 2      | 4        | опрос            |
| 3.    | Световые явления.  | 6                | 2      | 4        | опрос            |
| 4.    | Динамика материальной точки.                                   | 9                | 3      | 6        | опрос            |
| 5.    | Законы сохранения.   | 9                | 3      | 6        | опрос            |
| 6.    | Динамика периодического движения.                              | 12               | 4      | 8        | опрос            |
| 7.    | Релятивистская механика.                                       | 12               | 4      | 8        | опрос            |
| 8.    | Молекулярная структура вещества.                               | 12               | 4      | 8        | опрос            |
| 9.    | Молекулярно-кинетическая теория идеального газа.               | 9                | 3      | 6        | опрос            |
| 10.   | Термодинамика. Механические волны.                             | 9                | 3      | 6        | опрос            |
| 11.   | Акустика.  | 6                | 2      | 4        | опрос            |
| 12.   | Силы электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов.     | 12               | 4      | 8        | опрос            |
| 13.   | Постоянный электрический ток.                                  | 12               | 4      | 8        | опрос            |
| 14.   | Магнитное поле.  | 12               | 4      | 8        | опрос            |
| 15.   | Электромагнетизм.  | 12               | 4      | 8        | опрос            |
| 16.   | Изучение и приём электромагнитных волн радио –и СВЧ-диапазона. | 12               | 4      | 8        | опрос            |
| 17.   | Волновая оптика.   | 12               | 4      | 8        | опрос            |
| 18.   | Квантовая теория электромагнитного                             | 12               | 4      | 8        | опрос            |

|     |                       |     |    |     |       |
|-----|-----------------------|-----|----|-----|-------|
|     | излучения и вещества. |     |    |     |       |
| 19. | Физика атомного ядра. | 12  | 4  | 8   | опрос |
|     | ВСЕГО                 | 192 | 64 | 128 |       |

### 3. КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

| № п/п | Месяц   | Число | Время проведения занятия | Форма занятия  | Кол-во часов | Место проведения | Форма аттестации |
|-------|---------|-------|--------------------------|----------------|--------------|------------------|------------------|
| 1.    | октябрь |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 2.    | октябрь |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 3.    | октябрь |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 4.    | октябрь |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 5.    | ноябрь  |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 6.    | ноябрь  |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 7.    | ноябрь  |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 8.    | ноябрь  |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 9.    | ноябрь  |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 10.   | ноябрь  |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 11.   | ноябрь  |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 12.   | ноябрь  |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 13.   | декабрь |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 14.   | декабрь |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 15.   | декабрь |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 16.   | декабрь |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 17.   | декабрь |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 18.   | декабрь |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 19.   | декабрь |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 20.   | декабрь |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 21.   | январь  |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 22.   | январь  |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 23.   | январь  |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 24.   | январь  |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 25.   | январь  |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 26.   | январь  |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 27.   | январь  |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 28.   | январь  |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 29.   | февраль |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 30.   | февраль |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 31.   | февраль |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 32.   | февраль |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 33.   | февраль |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 34.   | февраль |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 35.   | февраль |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 36.   | февраль |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 37.   | март    |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 38.   | март    |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 39.   | март    |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 40.   | март    |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 41.   | март    |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |

| № п/п | Месяц  | Число | Время проведения занятия | Форма занятия  | Кол-во часов | Место проведения | Форма аттестации |
|-------|--------|-------|--------------------------|----------------|--------------|------------------|------------------|
| 42.   | март   |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 43.   | март   |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 44.   | март   |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 45.   | апрель |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 46.   | апрель |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 47.   | апрель |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 48.   | апрель |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 49.   | апрель |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 50.   | апрель |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 51.   | апрель |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 52.   | апрель |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 53.   | май    |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 54.   | май    |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 55.   | май    |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 56.   | май    |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 57.   | май    |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 58.   | май    |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 59.   | май    |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 60.   | май    |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 61.   | июнь   |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 62.   | июнь   |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 63.   | июнь   |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |
| 64.   | июнь   |       | 18-30 – 20-45            | Лекция/семинар | 3            | ГУАП             | опрос            |

#### 4. РАБОЧИЕ ПРОГРАММЫ ПРЕДМЕТОВ, КУРСОВ, ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ)

##### 4.1. Рабочая программа модуля «Классическая физика»

###### Аннотация

4.1.1. Модуль «Классическая физика» входит в образовательную программу «Расширенная физика».

4.1.2. Направленность (профиль) модуля – естественнонаучная.

Модуль направлен на:

- формирование и развитие творческих способностей обучающихся;
- удовлетворение индивидуальных потребностей в интеллектуальном, развитии;
- развитие и поддержку обучающихся, проявивших интерес и определенные способности к математическому творчеству.

4.1.3. Уровень сложности модуля – продвинутый.

4.1.4. Новизна модуля: нововведения в формах диагностики и подведения итогов реализации программы с учетом личностного заказа обучающихся и их родителей через

участие в проводимых ГУАП олимпиадах.

4.1.5. Актуальность модуля заключается в том, что на современном этапе развития общества она отвечает запросам детей и родителей: формирует социально значимые знания, умения и навыки оказывает комплексное обучающее, развивающее, воздействие, способствует формированию физической грамотности личности, приобщает детей к творчеству. Актуальность модуля определяется определением и выбором обучающимися (ещё на стадии школьного обучения) дальнейшего профессионального развития, обучения и освоения конкретных специальностей.

4.1.6. Педагогическая целесообразность модуля обусловлена развитием физических способностей обучающихся через практическое мастерство. Целый ряд специальных заданий на решение физических задач служат для достижения этого.

4.1.7. Цель модуля – формирование и развитие творческих способностей обучающихся, выявление, развитие и поддержка талантливых обучающихся.

4.1.8. Задачи модуля – сформировать физически грамотную личность.

4.1.9. Отличительные особенности модуля – нацеленность программы на поступление на программы высшего образования, реализуемые в ГУАП.

#### Распределение трудоемкости модуля по разделам и видам занятий

| № п/п | Название раздела, темы                                    | Количество часов |        |          | Форма аттестации |
|-------|---|------------------|--------|----------|------------------|
|       |   | Всего            | Теория | Практика |                  |
| 1.    | Физика в познании вещества, поля, пространства и времени. | 6                | 2      | 4        | опрос            |
| 2.    | Кинематика материальной точки.                            | 6                | 2      | 4        | опрос            |
| 3.    | Световые явления.   | 6                | 2      | 4        | опрос            |
| 4.    | Динамика материальной точки.                              | 9                | 3      | 6        | опрос            |
| 5.    | Законы сохранения.  | 9                | 3      | 6        | опрос            |
| 6.    | Динамика периодического движения.                         | 12               | 4      | 8        | опрос            |
| 7.    | Релятивистская механика.                                  | 12               | 4      | 8        | опрос            |
| 8.    | Молекулярная структура вещества.                          | 12               | 4      | 8        | опрос            |
| 9.    | Молекулярно-кинетическая теория идеального газа.          | 9                | 3      | 6        | опрос            |
| 10.   | Термодинамика. Механические волны.                        | 9                | 3      | 6        | опрос            |



|     |  |     |    |    |       |
|-----|--|-----|----|----|-------|
| 11. | Акустика.  | 6   | 2  | 4  | опрос |
| 12. | Силы электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов. | 12  | 4  | 8  | опрос |
| 13. | Постоянный электрический ток.                              | 12  | 4  | 8  | опрос |
|     | ВСЕГО  | 120 | 40 | 80 |       |

### Разделы и темы модуля

#### **Физика в познании вещества, поля пространства, времени (15 ч)**

Физический эксперимент, закон, гипотеза, теория. Физические модели. Симметрия и физические законы. Идея атомизма. Фундаментальные взаимодействия.

#### **Механика (30 ч)**

Кинематика материальной точки Траектория. Закон движения. Перемещение. Путь. Средняя и мгновенная скорость. Относительная скорость движения тел. Равномерное прямолинейное движение. Ускорение. Прямолинейное движение с постоянным ускорением. Свободное падение тел. Кинематика вращательного движения. Кинематика колебательного движения. Динамика материальной точки Принцип относительности Галилея. Первый закон Ньютона. Второй закон Ньютона. Третий закон Ньютона. Гравитационная сила. Закон всемирного тяготения. Сила тяжести. Сила упругости. Вес тела. Сила трения. Применение законов Ньютона. Законы сохранения Импульс материальной точки. Закон сохранения импульса. Реактивное движение. Работа силы. Потенциальная энергия. Кинетическая энергия. Мощность. Закон сохранения механической энергии. Динамика периодического движения Движение тел в гравитационном поле. Космические скорости. Релятивистская механика Постулаты специальной теории относительности. Относительность времени. Замедление времени. Взаимосвязь массы и энергии.

#### **Молекулярная физика (30 ч)**

Молекулярная структура вещества Масса атомов. Молярная масса. Агрегатные состояния вещества. Молекулярно-кинетическая теория идеального газа Распределение молекул идеального газа по скоростям. Температура. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории. Уравнение Клапейрона-Менделеева. Изопроцессы. Термодинамика Внутренняя энергия. Работа газа при изопроцессах. Первый закон термодинамики. Тепловые двигатели. Второй закон термодинамики. Тепловые двигатели. Второй закон термодинамики. Механические и звуковые волны. Акустика Звуковые волны. Высота, тембр, громкость звука.

### **Электростатика (30 ч)**

Силы электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов Электрический заряд. Дискретность (квантование заряда). Электризация тел. Закон сохранения заряда. Закон Кулона. Напряженность электрического поля. Линии напряженности электрического поля. Энергия электромагнитного взаимодействия неподвижных зарядов Работа сил электростатического поля. Потенциал электростатического поля. Электрическое поле в веществе. Диэлектрики в электростатическом поле. Проводники в электростатическом поле. Емкость уединенного проводника и конденсатора. Энергия электростатического поля.

### **Электродинамика (15 ч)**

Постоянный электрический ток Электрический ток. Сила тока. Источник тока. Закон Ома для однородного проводника (участка цепи). Сопротивление проводника. Зависимость удельного сопротивления от температуры. Соединения проводников. Закон Ома для замкнутой цепи. Измерение силы тока и напряжения. Тепловое действие электрического тока. Магнитное поле Магнитное взаимодействие. Магнитное поле электрического тока. Линии магнитной индукции. Действие магнитного поля на проводник с током. Действие магнитного поля на движущиеся заряженные частицы. Энергия магнитного поля тока. Электромагнетизм ЭДС в проводнике, движущемся в магнитном поле. Электромагнитная индукция. Способы индуцирования тока. Использование электромагнитной индукции. Разрядка и зарядка конденсатора, ток смещения.

### **Формы аттестации и оценочные материалы**

Промежуточная аттестация – это оценка качества усвоения обучающимися учебного материала по итогам учебного периода. Проводится в форме опроса.

В качестве критериев оценки уровня сформированности (освоения) компетенций обучающимися применяется 2-балльная шкала оценки сформированности компетенций: «зачтено»; «не зачтено».

Критерии оценивания сформированности компетенций:

- обучающийся твердо усвоил программный материал, грамотно и по существу излагает его, опираясь на знания основной литературы;
- не допускает существенных неточностей;
- увязывает усвоенные знания с практической деятельностью;
- аргументирует научные положения;
- делает выводы и обобщения;

- владеет системой специализированных понятий.

### **Оценочные материалы:**

Примерный перечень вопросов

1. Физика – наука о природе. Физические величины и их измерения.
2. Кинематика, как раздел механики. Международная система единиц СИ.
3. Механическое движение. Относительность механического движения.

Материальная точка. Система отсчёта.

4. Путь и перемещение.
5. Равномерное движение. Скорость равномерного движения.
6. Ускорение. Равноускоренное прямолинейное движение.
7. Динамика. Формулировка и описание основной задачи динамики.
8. Инертность и масса тела.
9. Понятие силы в динамике. Обозначения и единицы измерения.
10. Законы Ньютона. Формулировка и применение.
11. Свободное падение тел. Закон всемирного тяготения.
12. Понятие веса. Невесомость.
13. Сила упругости. Сила трения. Сила тяжести.
14. Импульс силы. Импульс тела. Виды соударений.
15. Закон сохранения импульса. Реактивное движение.
16. Механическая работа. Мощность.
17. Энергия тел. Кинетическая энергия и её определение.
18. Потенциальная энергия. Закон сохранения энергии в механике.
19. Механические колебания. Виды механических колебаний.
20. Гармонические колебания. Основные параметры.
21. Математический и физический маятники.
22. Основные положения МКТ. Движение молекул.
23. Масса и размеры молекул. Количество вещества.
24. Понятие идеального газа. Давление газа и единицы его измерения.
25. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории (МКТ).
26. Понятие температуры. Термодинамическая шкала температур. Абсолютный ноль.
27. Уравнение Менделеева – Клайперона. Объединённый газовый закон.
28. Изопроцессы и их графики.

29. - Понятие внутренней энергии тела и идеального газа.
30. Теплоёмкость. Работа и теплота как способы изменения внутренней энергии.
31. Первое начало термодинамики. Применение первого начала термодинамики к изопроцессам.
32. Адиабатный процесс. Формулировка и практическое применение второго закона термодинамики.
33. Испарение и конденсация. Абсолютная и относительная влажность воздуха. Точка росы.
34. Кипение. Критическое состояние вещества.
35. Поверхностный слой жидкости. Капиллярные явления.
36. Плавление и кристаллизация твёрдых тел.
37. Понятие фазы вещества. Фазовые переходы. Диаграмма фазовых переходов. Тройная точка.
38. Характеристики твёрдого состояния вещества. Типы кристаллических решёток. Виды деформации твёрдых тел. Закон Гука.
39. Электрический заряд. Закон сохранения электрического заряда.
40. Основной закон электростатики. Закон Кулона.
41. Напряжённость электрического поля. Потенциал электрического поля.
42. Электроёмкость. Конденсаторы. Соединение конденсаторов.
43. Электрический ток в металлах. Сила тока.
44. Электрический ток в электролитах.
45. Законы Фарадея для электролиза. Применение электролиза в технике.
46. Электрический ток в газах и вакууме.
47. Закон Ома для участка цепи. Закон Ома для полной цепи. Соединение проводников.
48. Работа и мощность электрического тока. Закон Джоуля – Ленца.
49. Полупроводники и их свойства. Собственная проводимость проводника.
50. Донорная и акцепторная примесь в полупроводнике. p- n- переход.
51. Понятие магнитного поля тока. Взаимодействие токов. Силовые линии магнитного поля.
52. Закон Ампера. Правило левой руки. Магнитный поток.
53. Сила Лоренца. Напряжённость магнитного поля.
54. Явление электромагнитной индукции. Закон электромагнитной индукции.
55. Направление индукционного тока. Правило Ленца. Магнитный поток.

56. Явление самоиндукции. Индуктивность. Энергия магнитного поля тока.

### Методические материалы модуля

1. Учебники: Мякишев Г.Я., Буховцев Б.Б., Сотский Н. Н. Физика: Учеб. для 10 кл. общеобразовательных учреждений. – М.: Просвещение, 2018.
2. Сборники задач: Физика. Задачник. 10-11 кл.: Пособие для общеобразоват. учреждений / Рымкевич А.П. – 7-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2013. – 192 с.
3. Каменецкий С.Е., Орехов В.П.. Методика решения задач по физике в средней школе. – М.: Просвещение, 2017.
4. Кирик Л.А., Генденштейн Л.Э., Дик Ю.И. Физика 10 класс. Методические материалы для учителя. Под редакцией В.А. Орлова. М.: Илекса, 20105
5. Коровин В.А., Степанова Г.Н. Материалы для подготовки и проведения итоговой аттестации выпускников средней (полной) школы по физике. – Дрофа, 2018.

### Перечень печатных и электронных учебных изданий

1. Федеральный компонент государственного Стандарта среднего (полного) общего образования по физике. Утвержден приказом Минобрнауки России от 05.03.2004 № 1089
2. Сауров Ю.А.. Физика в 10 классе: Модели уроков: Книга для учителя/Ю.А.Сауров.-М.:Просвещение, 2015. -256с.
3. Тематическое и поурочное планирование. Касьянов В. А. М.: Дрофа, 2018 г.
4. Кабардин О.Ф. и др. Физика. Задачник. 10 -11 кл.:Пособие для общеобразовательных учебных заведений.-М.:Дрофа,2017.-352с.
5. Кабардин О.Ф.. Задания для итогового контроля знаний учащихся по физике в 7-11 классах средней школы: Дидактический материал.-М.: Просвещение, 2014.-224с.
6. Павленко Н.И., Павленко К.П. Тестовые задания по физике. 11класс. –М.: Школьная пресса, 2018. -60с.
7. Рымкевич А.П.. Физика. Задачник. 9 -11 кл.:Пособие для общеобразовательных учебных заведений.-М.:Дрофа,2017.-197с.
8. Физика (7-11 классы): нестандартные задачи с ответами и решениями/В.С.Бабаев.-М.: Эксмо,2017.-144с.

### Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Сайт ФИПИ <http://www.fipi.ru>.
2. Открытый банк заданий <http://www.phyege.ru> и др.