

## **П Р О В Е Р Е Н А**

Заместитель директора по УВР  
ГБОУ гимназии  
им. С. В. Байменова  
города Похвистнево  
Е.Ю. Павлова

«30 » августа 2021 г.

## **У Т В Е Р Ж Д Е Н А**

Директор ГБОУ гимназии  
им. С. В. Байменова  
города Похвистнево

Г. И. Павлова  
Приказ № 192-од  
от «31 » августа 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Наименование предмета: **элективный курс по физике**  
**«Плазма – четвертое состояние вещества»**

Класс: 11

Учитель: **Архирейская Татьяна Геннадиевна**

## **Р А С С М О Т Р Е Н А**

на заседании методического  
объединения учителей  
естественнонаучных дисциплин  
протокол № 1  
от «27 » августа 2021 г.  
Руководитель МО  
И.В. Синеглазова

## Пояснительная записка

За основу рабочей программы элективного курса по физике **Плазма – четвертое состояние вещества** взята программа В.А. Орлова, С.В. Дорожкина «Плазма – четвертое состояние вещества», опубликованная и рекомендованная Российской Академией Образования в сборнике «Элективные курсы в профильном обучении. Образовательная область Естествознание» Министерство образования РФ – Национальный фонд подготовки кадров. – М.: Вита-Пресс, 2004.

Элективный курс предложен учащимся на основе опроса учеников (анкетирование учащихся 11Б класса), предполагающих дальнейшее образование по техническим специальностям. Элективный курс отвечает запросам учащихся в **углублении** знаний по физике.

**Целью** данной программы является углубление и расширение представлений учащихся о строении вещества, о плазме, как наиболее распространенном состоянии вещества в природе.

В ходе изучения курса ставятся следующие задачи:

1. Развивать представления учащихся о физической картине мира на основе знакомства с четвертым состоянием вещества.
2. Углубить и обобщить знания о строении вещества, о плазме – ее свойствах, характеристиках, методах описания, процессах в ней, применении в разных областях науки и техники.
3. Реализовать внутрипредметные и межпредметные связи, так как при изучении плазменного состояния вещества актуализируются не только знания из разных разделов физики, но и других наук, таких как химия и астрономия.
4. Развивать познавательные, интеллектуальные и творческие способности учащихся на основе ознакомления с современными достижениями науки и техники, связанными с изучением и применением плазмы.
5. Формировать предметные и метапредметные универсальные учебные действия на основе решения физических задач, выполнения экспериментальных исследований, докладов, рефератов.

**Рабочая программа курса выполняет функции:**

- информационно-методическая функция позволяет получить представление о целях, содержании, общей стратегии обучения, воспитания и развития учащихся средствами элективного курса;
- организационно-планирующая функция предусматривает структурирование учебного материала по представленной теме, определение его количественных и качественных характеристик;
- удовлетворение индивидуальных образовательных интересов учащихся по физике.

Учебный материал по физике плазмы имеет огромное познавательное и мировоззренческое значение, а также большой практический интерес. На этом материале решаются такие педагогические проблемы, как создание политехнической направленности школьного курса физики, формирование естественнонаучной картины мира, развитие познавательной активности и самостоятельности школьников.

Элективный курс является хорошей возможностью дополнить знания учащихся о четвертом состоянии вещества — плазме и сформировать у них более полное представление о физической картине мира.

Важной задачей данного элективного курса наряду с углублением понятия о строении вещества является формирование у школьников умений находить сведения по избранной теме в книгах, журналах и электронных источниках информации, готовить рефераты, выступать с докладами, проводить экспериментальные исследования, анализировать полученные результаты и формулировать выводы.

**Основным методом** изложения теоретического материала курса является активный диалог учителя с учащимися, предполагающий постановку проблемы с последующим обсуждением вариантов ее разрешения.

Лекционно-семинарские занятия сопровождаются демонстрациями, обсуждением докладов и рефератов, подготовленными школьниками, выполнением творческих исследовательских и конструкторских заданий, просмотром кино- и видеофильмов. Занятия способствуют развитию умений самостоятельно приобретать знания, критически оценивать полученную информацию, излагать свою точку зрения по обсуждаемому вопросу, выслушивать другие мнения и конструктивно обсуждать их.

Предполагается использование активных **методов изучения материала**: выполнение лабораторных работ физического практикума, решения задач по каждой теме, использование метода проектов с применением игровых элементов, поиск необходимой информации в литературе, Интернете и др.

Программа рассчитана на 34 часа. В учебном плане гимназии 16 часов (1 час в неделю) первое полугодие, 18 часов (1 час в неделю) второе полугодие. Указанная программа реализуется без изменений в соответствии с «Федеральным компонентом государственного стандарта общего образования».

Плановых контрольных уроков – практические работы по решению задач 4 ч, лабораторный практикум – 5 ч.

**Формы контроля:** практические работы по решению задач, выступления на семинарских занятиях. Формы контроля направлены на выявление углубленных знаний всей темы и на установление связей со знанием предыдущих тем, закрепление практических умений учащихся. **Система оценивания** – зачетная. Зачет ставится за решение 70% предложенных физических задач, подготовку выступлений.

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ КУРСА

**Личностными результатами** обучения являются:

- в ценностно-ориентационной сфере – чувство гордости за российскую физическую науку, гуманизм, положительное отношение к труду, целеустремленность;
- в трудовой сфере – готовность к осознанному выбору дальнейшей образовательной траектории;
- в познавательной (когнитивной, интеллектуальной) сфере – умение управлять своей познавательной деятельностью.

## **Метапредметные результаты**

### **Регулятивные универсальные учебные действия**

Выпускник научится:

- самостоятельно определять цели, ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях;
- оценивать ресурсы, в том числе время и другие нематериальные ресурсы, необходимые для достижения поставленной ранее цели;
- сопоставлять имеющиеся возможности и необходимые для достижения цели ресурсы;
- организовывать эффективный поиск ресурсов, необходимых для достижения поставленной цели;
- определять несколько путей достижения поставленной цели;
- выбирать оптимальный путь достижения цели, с учетом эффективности расходования ресурсов и основываясь на соображениях этики и морали;
- задавать параметры и критерии, по которым можно определить, что цель достигнута;
- сопоставлять полученный результат деятельности с поставленной заранее целью;
- оценивать последствия достижения поставленной цели в учебной деятельности, собственной жизни и жизни окружающих людей.

### **Познавательные универсальные учебные действия**

Выпускник научится:

- критически оценивать и интерпретировать информацию с разных позиций;
- распознавать и фиксировать противоречия в информационных источниках;
- использовать различные модельно-схематические средства для представления выявленных в информационных источниках противоречий;
- осуществлять развернутый информационный поиск и ставить на его основе новые (учебные и познавательные) задачи;
- искать и находить обобщенные способы решения задач;
- приводить критические аргументы, как в отношении собственного суждения, так и в отношении действий и суждений другого;
- анализировать и преобразовывать проблемно-противоречивые ситуации;
- выходить за рамки учебного предмета и осуществлять целенаправленный поиск возможности широкого переноса средств и способов действия;
- выстраивать индивидуальную образовательную траекторию, учитывая ограничения со стороны других участников и ресурсные ограничения;
- менять и удерживать разные позиции в познавательной деятельности (быть учеником и учителем);
- формулировать образовательный запрос и выполнять консультативные функции самостоятельно;
- ставить проблему и работать над ее решением; управлять совместной познавательной деятельностью и подчиняться).

### **Коммуникативные универсальные учебные действия**

Выпускник научится:

- осуществлять деловую коммуникацию, как со сверстниками, так и с взрослыми (как внутри образовательной организации, так и за ее пределами);

- при осуществлении групповой работы быть как руководителем, так и членом проектной команды в разных ролях (генератором идей, критиком, исполнителем, презентующим и т. д.);
- развернуто, логично и точно излагать свою точку зрения с использованием адекватных (устных и письменных) языковых средств;
- распознавать конфликтогенные ситуации и предотвращать конфликты до их активной фазы;
- координировать и выполнять работу в условиях виртуального взаимодействия (или сочетания реального и виртуального);
- согласовывать позиции членов команды в процессе работы над общим продуктом/решением;
- представлять публично результаты индивидуальной и групповой деятельности, как перед знакомой, так и перед незнакомой аудиторией;
- подбирать партнеров для деловой коммуникации, исходя из соображений результативности взаимодействия, а не личных симпатий;
- воспринимать критические замечания как ресурс собственного развития;
- точно и емко формулировать как критические, так и одобрительные замечания в адрес других людей в рамках деловой и образовательной коммуникации, избегая при этом личностных оценочных суждений.

#### **Предметные результаты обучения курса.**

##### **Выпускник на углубленном уровне научится:**

- объяснять и анализировать роль и место физики в формировании современной научной картины мира, в развитии современной техники и технологий, в практической деятельности людей;
- характеризовать взаимосвязь между физикой и другими естественными науками;
- понимать и объяснять целостность физической теории, различать границы ее применимости и место в ряду других физических теорий;
- владеть приемами построения теоретических доказательств, а также прогнозирования особенностей протекания физических явлений и процессов на основе полученных теоретических выводов и доказательств;
- самостоятельно конструировать экспериментальные установки для проверки выдвинутых гипотез, рассчитывать абсолютную и относительную погрешности;
- самостоятельно планировать и проводить физические эксперименты;
- решать практико-ориентированные качественные и расчетные физические задачи как с опорой на известные физические законы, закономерности и модели, так и с опорой на тексты с избыточной информацией;
- объяснять границы применения изученных физических моделей при решении физических и межпредметных задач;
- выдвигать гипотезы на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов;
- характеризовать глобальные проблемы, стоящие перед человечеством: энергетические, сырьевые, экологические и роль физики в решении этих проблем;
- объяснять принципы работы и характеристики изученных машин, приборов и

технических устройств;

- объяснять условия применения физических моделей при решении физических задач, находить адекватную предложенной задаче физическую модель, разрешать проблему как на основе имеющихся знаний, так и при помощи методов оценки.

Применительно к темам курса **ученик сможет**:

— *знать*: предмет и методы исследования плазмы. Структуру физических теорий, метод научного познания, особенности изучения плазмы;

— *объяснять* явления: электрический ток в газах, электрический ток в вакууме, свойства плазмы и ее характеристики; возникновение магнитного поля, магнитные взаимодействия, действие магнитного поля на движущийся заряд; электромагнитная индукция, самоиндукция; парамагнетизм, диамагнетизм, ферромагнетизм;

— *знать* определения физических понятий: электрическое поле, электростатическое поле, напряженность электрического поля, линии напряженности электрического поля, однородное поле, поверхностная плотность электрического заряда, объемная плотность электрического заряда, поток напряженности электрического поля, потенциальная энергия заряда в однородном электрическом поле, энергия взаимодействия точечных зарядов, потенциал электростатического поля, эквипотенциальные поверхности, электрическая емкость, емкость плоского конденсатора, энергия электрического поля ; электрический ток, плотность тока, сила тока, напряжение проводника, сопротивление проводника, работа тока, мощность тока, электродвижущая сила (ЭДС), самостоятельный и несамостоятельный разряды, электронная эмиссия, вольт-амперная характеристика, электронно-лучевая трубка ; магнитная индукция, поток магнитной индукции, линии магнитной индукции, сила Ампера, сила Лоренца, векторное произведение, радиационные пояса Земли, масс-спектрограф, вихревое электрическое поле, ЭДС индукции в движущихся проводниках, индукционный ток, индуктивность, энергия магнитного поля, магнитная проницаемость, намагниченность, спин электрона ;

— *понимать* смысл основных физических законов/принципов/уравнений: закон Кулона, принцип суперпозиции полей, теорема Гаусса, применение теоремы Гаусса к расчету различных электростатических полей, связь между напряженностью электростатического поля и разностью потенциалов, зависимость емкости системы конденсаторов от типа их соединения; закон Ома для участка цепи, закон Ома в дифференциальной форме, зависимость электрического сопротивления от температуры, закон Джоуля-Ленца, закон Ома для полной цепи, закон Ома для участка цепи, содержащего ЭДС, границы применимости закона Ома, принцип суперпозиции, закон Био-Савара-Лапласа (в векторной и скалярной формах), закон Ампера (в векторной и скалярной формах), формула для расчета силы Лоренца (в векторной и скалярной формах) , правила определения направления сил Ампера и Лоренца, связь между скоростью света и магнитной и электрической постоянными, теорема о циркуляции вектора магнитной индукции; правило Ленца, закон электромагнитной индукции, фундаментальное свойство электромагнитного поля (Дж. Максвелл);

— *использовать* полученные знания в повседневной жизни, например, использование знаний при работе с электроизмерительными приборами; понимать причину потерь энергии в электротехнических устройствах.

**Выпускник на углубленном уровне получит возможность научиться :**

- *проверять экспериментальными средствами выдвинутые гипотезы, формулируя цель исследования, на основе знания основополагающих физических закономерностей и законов;*
- *описывать и анализировать полученную в результате проведенных физических экспериментов информацию, определять ее достоверность;*
- *решать экспериментальные, качественные и количественные задачи олимпиадного уровня сложности, используя физические законы, а также уравнения, связывающие физические величины;*
- *анализировать границы применимости физических законов, понимать всеобщий характер фундаментальных законов и ограниченность использования частных законов;*
- *формулировать и решать новые задачи, возникающие в ходе учебно-исследовательской и проектной деятельности;*
- *усовершенствовать приборы и методы исследования в соответствии с поставленной задачей;*
- *использовать методы математического моделирования, в том числе простейшие статистические методы для обработки результатов эксперимента.*

Для достижения поставленных целей обучения используются следующие **образовательные технологии:** технология проблемного обучения, развивающие технологии, тестовые технологии, информационно-коммуникативные технологии, технология развития исследовательских навыков, дифференцированного подхода в обучении, здоровьесберегающие технологии. При этом используется личностно-ориентированный и системно-деятельностный подход в обучении.

**Технические средства**

- Персональный компьютер.
- Интерактивная панель.
- Компьютерный мобильный класс.
- Цифровая лаборатория «Тока Роста».

В процессе обучения предполагается активное использование медиа-ресурсов и информационных технологий, интернет ресурсов. Презентации, созданные учителем и учащимися в процессе образовательного процесса по темам элективного курса. Используется комплект физического оборудования для проведения лабораторных работ.

21 июня 2021 года

Архирейская Т.Г.

### КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

№/п	Содержание обучения 1 полугодие	Кол-во часов	Дата	Форма проведения
	<b>1. Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях</b>	<b>6 ч</b>		
1	Электромагнитное поле.	1	1 н	Лекция
2	Движение заряженной частицы в электрическом поле.	1	2 н	Лекция
3	Решение задач на движение заряженной частицы в электрическом поле.	1	3 н	Практическая работа по решению задач
4	Сила Лоренца. Движение заряженной частицы в магнитном поле.	1	4 н	Лекция
5	Решение задач на движение заряженной частицы в магнитном поле.	1	5 н	Практическая работа по решению задач
6	Движение заряженных частиц при наличии электрического и магнитного полей. Дрейф частиц.	1	6 н	Семинар
	<b>2. Плазма. Основные характеристики плазмы</b>	<b>6 ч</b>		
7	Электрический ток в газах. Виды электрических разрядов. Несамостоятельный разряд в газах.	1	7 н	Лекция
8	Самостоятельный разряд в газах.	1	8 н	Лекция
9	Плазма. Степень ионизации плазмы. Коллективное движение частиц в плазме.	1	9 н	Лекция
10	Квазинейтральность плазмы. Дебаевский радиус экранирования.	1	10 н	Лекция
11	Температура плазмы.	1	11 н	Лекция
12	Решение задач на применение свойств плазмы.	1	12 н	Практическая работа по решению задач
	<b>3. Методы описания плазмы</b>	<b>2 ч</b>		
13	Магнитная гидродинамика и неустойчивость плазмы. Магнитное давление.	1	13 н	Лекция
14	Вмороженность плазмы. Число Рейнольдса. Кинетическое описание плазмы.	1	14 н	Лекция
	<b>4. Процессы в плазме</b>	<b>2 ч</b>		
15	Газовая (идеальная) плазма.	1	15 н	Лекция
16	Условие идеальной плазмы. Урок обобщение.	1	16 н	Практическое занятие



### КАЛЕНДАРНО-ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

№/п	Содержание обучения 2 полугодие	Кол-во часов	Дата	Форма проведения
	<b>4.Процессы в плазме</b>	<b>2 ч</b>		
1	Колебания в плазме. Ленгмюровская частота колебаний.	1	1 н	Лекция
2	Волны в плазме. Колебания и волны в плазме.	1	2 н	Семинар
	<b>5. Плазма в природе</b>	<b>4 ч</b>		
3	Геомагнитное поле. Пояса радиации.	1	3 н	Лекция
4	Магнитосфера Земли. Магнитные бури и причины их возникновения.	1	4 н	Лекция
5	Ионосфера Земли. Полярные сияния.	1	5 н	Лекция
6	Космическая плазма. Солнечный ветер. Космические лучи.	1	6 н	Семинар
	<b>6. Плазма в технике</b>	<b>6 ч</b>		
7	Плазменные генераторы (плазмотроны): электродуговые, высокочастотные, магнитогидродинамические. МГД-генератор.	1	7 н	Лекция
8	Плазменный двигатель. Плазменный дисплей.	1	8 н	Лекция
9	«Применение плазмы в технике»	1	9 н	Семинар
10	Проблема управляемого термоядерного синтеза (УТС). Магнитные ловушки. Токамак.	1	10 н	Лекция
11	Методы нагрева плазмы.	1	11 н	Лекция
12	Лазерный и электронный УТС. «Управляемый термоядерный синтез»	1	12 н	Семинар
	<b>7. Лабораторный практикум</b>	<b>5 ч</b>		
13	1. Измерение отношения заряда электрона к его массе по отклонению плазменного пучка в магнитном поле.	1	13 н	Лабораторная работа
14	2. Измерение индукции магнитного поля Земли по отклонению электронного пучка в магнитном поле.	1	14 н	Лабораторная работа
15	3.Расчет периода релаксационных электрических колебаний в R-C цепи и его экспериментальная проверка.	1	15 н	Лабораторная работа
16	4.Регистрация и исследование космических лучей.	1	16 н	Лабораторная работа
17	5. Изучение люминесцентной лампы. Сравнение коэффициентов световой отдачи люминесцентной лампы и лампы накаливания.	1	17 н	Лабораторная работа
	<b>8. Обобщающее занятие</b>	<b>1 ч</b>		
18	Физико-техническая конференция по теме: «Плазма на Земле и в космосе».	1	18 н	Конференция

**Учебно-методический комплекс**  
**элективный курс**  
**Плазма – четвертое состояние вещества**

В.А. Орлов, С.В. Дорожкин Программа «Плазма – четвертое состояние вещества», опубликованная и рекомендованная Российской Академией Образования в сборнике «Элективные курсы в профильном обучении. Образовательная область Естественные науки» Министерство образования РФ – Национальный фонд подготовки кадров. – М.: Вита-Пресс, 2004.

**Литература для учащихся:**

1. В.А. Орлов, С.В. Дорожкин. Плазма – четвертое состояние вещества. Элективный курс. Учебное пособие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005.
2. Арцимович Л.А. «Что каждый физик должен знать о плазме». М.: Наука, 1976.
3. Воронов Г.С. «Штурм термоядерной крепости». М.: Наука, 1985.
4. Физический энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1983.
5. **Статьи в научно-популярных и научно-педагогических журналах:**  
Вокруг света: «Океан энергии» (с. 22—25), «Сияющая ночь» (с. 92—99), «Плазма» (с. 202). 2003. № 1.  
Соросовский образовательный журнал:  
Кингсепп А.С. «Плазма как объект физических исследований», 1996. № 2.  
Баранов В.Б. «Что такое солнечный ветер». 1996. № 12.  
Пудовкин М.И. «Солнечный ветер». 1996. № 12.  
Комаров Г.Е. «О загадках Солнца». 1998. № 3.  
Гальпер А.М. «Радиационный пояс Земли». 1999. № 6.

**Литература для учителя:**

1. В.А. Орлов, С.В. Дорожкин. Плазма – четвертое состояние вещества. Элективный курс. Методическое пособие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2005.
2. В.П. Милантьев, С.В. Темко. Физика плазмы. Книга для внеклассного чтения. 8-10 кл. – 2-е изд., доп. – М.: Просвещение, 1983.
3. Капица П.Л. «Плазма и управляемая термоядерная реакция (Нобелевская лекция)». // Эксперимент. Теория. Практика. М.: Наука, 1987.
4. Фабрикант В.А. «Физика. Оптика. Квантовая электроника: Избранные статьи». М.: МЭИ, 2000.
5. Физический энциклопедический словарь. – М.: Советская энциклопедия, 1983.
6. И.М. Гельфгат, Л.Э. Гендейнштейн, Л.А. Кирик. 1001 задача по физике с ответами, указаниями, решениями – изд. 5-е. – М.: «Илекса», 2005.
7. Л.В. Тарасов. Физика в природе. – М.: Просвещение, 1988
8. Б. В. Зубков С. В. Чумаков, Энциклопедический словарь юного физика. М.: Педагогика, 2001г.
9. Алексеев Б. В, Котельников В. А. Зондовый метод диагностики плазмы. М.: Энергоатомиздат, 1998г.

10. Арцимович Л. А, Лукьянов С. Ю. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях. М.: Наука, 1972г.

**Электронные ресурсы:**

1. <http://phys.web.ru/db/msg.html?mid=1161258>  
Человек, приручивший термояд (к 100-летию со дня рождения Л.А. Арцимовича)
2. <http://www.ug.ru/00.25/t48.htm>  
Идея ТОКАМАК. Термоядерный синтез на земле близок к осуществлению
3. <http://www.inno.ru/newstech.shtml>  
Двести десять секунд Солнца.
4. <http://nauka.relis.ru/06/0109/06109051.htm>  
Термояд: сквозь тернии к звездам.
5. <http://www.skf.ru/museum/page3.shtml>  
На пути в будущее. (Из истории создания первых отечественных токамаков).

Для реализации элективного курса используются следующие средства обучения:

1. Набор лабораторный "Электричество" – 15.
2. Оборудование для лабораторных работ и ученических опытов (на базе комплектов для ОГЭ).
3. Оборудование для демонстрационных опытов.
4. Цифровая лаборатория по физике «Точка роста».
5. Технические средства обучения: компьютерный мобильный класс, интерактивная панель, цифровая лаборатория.
6. Учебно-наглядные пособия (CD) Физика. Видеодемонстрации. 10-11 класс

### Темы выступлений по теме 1

#### Движение заряженных частиц в электрическом и магнитном полях

- Электронные линзы. Способы фокусировки электронных пучков с помощью электрических полей.
- Электронно-лучевая трубка.
- Электронный микроскоп.
- Магнитные линзы. Способы фокусировки электронных пучков с помощью магнитных полей.
- Масс-спектрографы.
- Ускорители заряженных частиц: циклотрон, бетатрон, синхротрон, фазотрон, синхрофазотрон.
- Ускорители со встречными пучками частиц.

Ниже приводится вспомогательный материал для подготовки сообщений по некоторым из затронутых тем, которого нет в учебном пособии.

### Темы выступлений по теме 5 Плазма в природе

1. Магнитное поле Земли.
2. Строение ионосферы Земли.
3. Физические процессы в ионосфере.
4. Полярные сияния.

### Темы выступлений по теме 6 Плазма в технике

#### Семинар «МГД – генератор»

- Принцип работы МГД-генератора.
- Схема устройства МГД-генератора.
- Преимущества МГД генератора перед электромеханическими генераторами.
- Технические трудности создания промышленных МГД-генераторов.
- Области применения МГД-генераторов.
- Демонстрация действующей модели МГД-генератора (эту модель предлагается сконструировать одному или двум ученикам за месяц до проведения семинара).
- Решение задач, связанных по тематике с принципом работы МГД-генератора.

#### Семинар «Управляемый термоядерный синтез»

1. Энергетический кризис и пути его разрешения. Высокотемпературные термоядерные реакции.
2. Способы осуществления самоподдерживающейся термоядерной реакции в природе и технике (звезды, водородная бомба).
3. Способы осуществления управляемой термоядерной реакции в технике.
4. Удержание плазмы с помощью магнитных полей: прямые магнитные ловушки, стеллараторы, токамаки, сферагоры.
5. Методы нагрева плазмы.
6. Импульсные процессы.
7. Холодный ядерный синтез: «за» и «против».