

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»**  
**(НИЯУ МИФИ)**

УТВЕРЖДАЮ:  
Ответственный секретарь  
Приемной комиссии

  
Скрытный В.И.  
«15» января 2026 г.

**Программа вступительного испытания  
по специальной дисциплине**

**Физические науки**

**Научные специальности**

1.3.2 Приборы и методы экспериментальной физики

1.3.3 Теоретическая физика

1.3.6 Оптика

1.3.8 Физика конденсированного состояния

1.3.9 Физика плазмы

1.3.13 Электрофизика, электрофизические установки

1.3.15 Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий

1.3.17 Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний  
вещества

1.3.18 Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника

1.3.19 Лазерная физика

**Форма обучения**

**очная**

**Москва, 2026**

# Оглавление

1. Общие положения.....	3
2. Вопросы для подготовки к первой части вступительного испытания.....	5
2.1. Общеефизические вопросы .....	5
I. Колебания, основы молекулярной физики и термодинамики .....	5
II. Основы электромагнетизма.....	6
III. Основы волновой оптики .....	6
IV. Основы квантовой физики, строения вещества, атомной и ядерной физики.....	7
2.1. Общематематические вопросы.....	7
2.3. Специальные вопросы по научным специальностям.....	9
1.3.2 Приборы и методы экспериментальной физики.....	9
1.3.3 Теоретическая физика .....	10
1.3.6 Оптика .....	12
1.3.9 Физика плазмы .....	15
1.3.13 Электрофизика, электрофизические установки .....	16
1.3.15 Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий .....	18
1.3.17 Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества.	19
1.3.18 Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника .....	20
1.3.19 Лазерная физика.....	21
3. Материалы для подготовки ко второй части вступительного испытания.....	22
Паспорта научных специальностей .....	23
1.3.2 Приборы и методы экспериментальной физики (технические науки).....	23
1.3.2 Приборы и методы экспериментальной физики (физико-математические науки) .....	24
1.3.3 Теоретическая физика (физико-математические науки).....	24
1.3.6. Оптика (технические науки) .....	25
1.3.6. Оптика (физико-математические науки) .....	26
1.3.8 Физика конденсированного состояния (технические науки) .....	27
1.3.8 Физика конденсированного состояния (физико-математические науки) .....	28
1.3.9 Физика плазмы (технические науки) .....	28
1.3.9 Физика плазмы (физико-математические науки) .....	29
1.3.13 Электрофизика, электрофизические установки (технические науки) .....	29
1.3.13 Электрофизика, электрофизические установки (физико-математические науки) .....	30
1.3.15 Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий (технические науки) .....	31
1.3.15 Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий (физико-математические науки).....	31
1.3.17 Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества (технические науки).....	32
1.3.17 Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества (физико-математические науки).....	33
1.3.18 Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника (технические науки) .....	34
1.3.18 Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника (физико-математические науки) .....	34
1.3.19 Лазерная физика (физико-математические науки) .....	35
1.3.19 Лазерная физика (технические науки) .....	35

## 1. Общие положения

### **Форма проведения испытания:**

Целью вступительного испытания является выявления у абитуриента объёма научных знаний, научно-исследовательских компетенций, навыков системного и критического мышления, необходимых для подготовки диссертации по группе научных специальностей 1.3 «Физические науки». Абитуриент должен показать профессиональное владение теорией и практикой в предметной области, продемонстрировать умение вести научную дискуссию, умение планировать научную работу в рамках выбранной научной специальности. Вступительное испытание проводится в форме экзамена с элементами собеседования.

Вступительное испытание состоит из двух частей.

**В первой части** абитуриент отвечает на вопросы из билета. Билет для собеседования включает в себя два вопроса по общефизическим и общематематическим дисциплинам и один специальный вопрос в соответствии с выбранной научной специальностью. Вопросы по общей физике охватывают следующие темы: колебания и волны, основы молекулярной физики, термодинамики, оптики, а также квантовой и ядерной физики. Вопросы по высшей математике призваны определить на основе решения конкретных математических примеров уровень владения поступающим в аспирантуру математическими навыками, необходимыми при решении физических задач.

Специальные вопросы включают в себя вопросы согласно следующим научным специальностям:

- 1.3.2 Приборы и методы экспериментальной физики
- 1.3.3 Теоретическая физика
- 1.3.6 Оптика
- 1.3.8 Физика конденсированного состояния
- 1.3.9 Физика плазмы
- 1.3.13 Электрофизика, электрофизические установки
- 1.3.15 Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий
- 1.3.17 Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества
- 1.3.18 Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника
- 1.3.19 Лазерная физика

Абитуриент после получения билета готовит ответ, фиксируя основные тезисы на бланке для ответов, после чего отвечает на вопросы билета перед экзаменаторами. Экзаменаторы могут задавать дополнительные вопросы согласно программе вступительных испытаний.

Выявление факта пользования мобильным телефоном или шпаргалками ведет к безусловному удалению абитуриента с вступительного испытания и составлению соответствующего протокола. Абитуриент из конкурса выбывает.

**Во второй части** абитуриент представляет заранее подготовленные тему планируемого диссертационного исследования в соответствии с выбранной научной специальностью, обоснование актуальности темы, а также план

выполнения диссертационного исследования. Представленные материалы оценивается экзаменаторами. В процессе оценивания экзаменаторы могут уточнять различные аспекты, связанные с планируемым диссертационным исследованием.

### **Оценка испытания:**

Оценка за вступительное испытание выставляется по 100-балльной шкале как сумма за первую и вторую часть испытания.

Максимальное число баллов за первую часть – 50 баллов.

Максимальное число баллов за вторую часть – 50 баллов.

Минимальный суммарный балл, необходимый для успешного прохождения испытания и дальнейшего участия в конкурсе – 60 баллов.

### **Критерии оценки результатов испытания**

Вопрос № 1, 2	<b>0-15 баллов за каждый вопрос</b>	<p>14-15 баллов – дан исчерпывающий и обоснованный ответ на вопрос, абитуриент демонстрирует глубокие теоретические знания, умение сравнивать и оценивать различные научные подходы, пользоваться современной научной терминологией.</p> <p>11-13 баллов – дан полный, достаточно глубокий и обоснованный ответ на вопрос, поставленный экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует хорошие знания, умение пользоваться современной научной терминологией.</p> <p>9-10 баллов – даны обоснованные ответы на вопрос, поставленный экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует хорошие знания.</p> <p>7-8 баллов - даны в целом правильные ответы на вопрос, поставленный экзаменационной комиссией, при этом абитуриент недостаточно аргументирует ответы.</p> <p>0-6 баллов – абитуриент демонстрирует непонимание основного содержания теоретического материала, поверхностность и слабую аргументацию суждений или допущены значительные ошибки.</p>
Вопрос № 3	<b>0-20 баллов за каждый вопрос</b>	<p>18-20 баллов – дан исчерпывающий и обоснованный ответ на вопрос, абитуриент демонстрирует глубокие теоретические знания, умение сравнивать и оценивать различные научные подходы, пользоваться современной научной терминологией.</p> <p>15-17 баллов – дан полный, достаточно глубокий и обоснованный ответ на вопрос, поставленный экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует хорошие знания, умение пользоваться современной научной терминологией.</p> <p>12-14 баллов – даны обоснованные ответы на вопрос, поставленный экзаменационной комиссией, абитуриент демонстрирует хорошие знания.</p> <p>9-11 баллов - даны в целом правильные ответы на вопрос, поставленный экзаменационной комиссией, при этом абитуриент недостаточно аргументирует ответы.</p>

		0-8 баллов – абитуриент демонстрирует непонимание основного содержания теоретического материала, поверхностность и слабую аргументацию суждений или допущены значительные ошибки.
<b>Оценка планируемого диссертационного исследования</b>	<b>0-50 баллов</b>	<p>45-50 баллов – предполагаемая тематика соответствует паспорту научной специальности, является актуальной, план работы над диссертацией представлен на высоком уровне.</p> <p>35-44 баллов – предполагаемая тематика соответствует паспорту научной специальности, является актуальной, план работы над диссертацией требует доработки.</p> <p>25-34 баллов – предполагаемая тематика в целом соответствует паспорту научной специальности, но требует доработки в части актуальности, план работы над диссертацией требует доработки.</p> <p>15-24 баллов - предполагаемая тематика в целом соответствует паспорту научной специальности, но требует значительной доработки в части актуальности, и значительной переработки плана работы над диссертацией.</p> <p>0-14 баллов – предполагаемая тематика не соответствует паспорту научной специальности.</p>

## **2. Вопросы для подготовки к первой части вступительного испытания**

### **2.1. Общефизические вопросы**

#### **I. Колебания, основы молекулярной физики и термодинамики**

- Свободные колебания системы без трения. Математический маятник. Физический маятник. Сложение гармонический колебаний одного направления. Биения. Затухающие колебания. Вынужденные колебания. Резонанс.
- Различные формы записи уравнения состояния идеального газа. Уравнение адиабаты идеального газа. Работа, совершаемая идеальным газом при политропическом и адиабатическом процессе. Физический смысл энтропии идеального газа.
- Число ударов молекул газа о стенку. Основное уравнение молекулярно-кинетической теории газов.
- Распределение Максвелла. Наиболее вероятная скорость молекул, средняя арифметическая и средняя квадратичная скорости молекул. Распределение Больцмана. Распределение молекул по координатам. Барометрическая формула.
- КПД тепловой машины. КПД цикла Карно. Теорема Карно.
- Явления переноса. Диффузия газов. Вязкость газов. Теплопроводность газов.

## **II. Основы электромагнетизма**

7. Линии напряженности электрического поля и эквипотенциальные поверхности. Связь между напряженностью и потенциалом. Работа силы электрического поля. Потенциал.

8. Электрический диполь в однородном и неоднородном поле (вращательный момент, энергия, сила). Дипольный электрический момент системы зарядов. Поле электрического диполя.

9. Поле вне и внутри объемно заряженного шара. Поле одной и двух заряженных плоскостей.

10. Электроемкость. Конденсаторы. Емкость плоского конденсатора. Энергия заряженного конденсатора. Энергия электрического поля. Плотность энергии.

11. Сила и плотность тока. Закон Ома и закон Джоуля-Ленца в интегральной и дифференциальной формах. Мощность тока. Удельная тепловая мощность тока.

12. Магнитное поле равномерно движущегося заряда. Сила Лоренца. Сила, действующая на заряд, движущийся в магнитном поле.

13. Закон Био-Савара-Лапласа. Теорема о циркуляции. Поле в центре и на оси кругового тока. Поле бесконечного прямого тока. Контур с током в однородном и неоднородном магнитном поле (вращательный момент, энергия, сила).

14. Явление электромагнитной индукции. Правило Ленца. Э.Д.С. индукции. Индуктивность соленоида. Токи замыкания и размыкания. Энергия магнитного поля

15. Ток смещения. Полный ток. Уравнения Максвелла.

## **III. Основы волновой оптики**

16. Волновое уравнение. Уравнение плоской волны.

17. Эффект Доплера для звуковых и электромагнитных волн.

18. Принцип Гюйгенса. Принцип Ферма. Законы отражения и преломления.

19. Явление интерференции. Сложение двух электромагнитных волн. Интенсивность суммарной волны.

20. Временная когерентность, длина когерентности на примере опыта Юнга с монохроматическим протяженным источником.

21. Способы наблюдения интерференции света (зеркало Ллойда, бипризма и бизеркала Френеля).

22. Интерференционные полосы равного наклона. Интерференционные полосы равной толщины. Простой клин.

23. Кольца Ньютона. Интерференция света на тонких пленках. Просветление оптики.

24. Графическое сложение амплитуд. Зоны Френеля.

25. Дифракция Френеля на круглом отверстии и на диске. Дифракция Френеля на щели. Дифракция Фраунгофера на щели.

26. Дифракционная решетка. Положение и угловая ширина главных дифракционных максимумов дифракционной решетки. Дисперсия и разрешающая способность дифракционной решетки.

27. Дифракция рентгеновских лучей. Формула Брэгга-Бульфа.

#### **IV. Основы квантовой физики, строения вещества, атомной и ядерной физики**

28. Экспериментальные законы теплового излучения (Стефана-Больцмана, Вина).

29. Формула Планка. Вывод закона Стефана-Больцмана из формулы Планка.

30. Фотоэффект. Уравнение А.Эйнштейна для фотоэффекта.

31. Опыт Боте. Фотоны.

32. Эффект Комптона.

33. Постулаты Бора. Опыт Франка и Герца.

34. Элементарная боровская теория водородоподобного атома.

35. Гипотеза де-Бройля. Экспериментальные основания квантовой механики.

36. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Оценка размеров и минимальной энергии водородоподобного атома.

37. Соотношение неопределенностей Гейзенберга. Оценка минимальной энергии одномерного гармонического осциллятора.

38. Уравнение Шредингера. Физический смысл и свойства пси-функции.

39. Частица в одномерной бесконечно глубокой потенциальной яме. Результаты квантовой механики для одномерного гармонического осциллятора.

40. Результаты квантовой механики для водородоподобного атома.

41. Собственный механический и магнитный моменты электрона. Магнетон Бора.

42. Принцип Паули. Заполнение электронных оболочек атома. Электронные конфигурации.

43. Характеристические рентгеновские спектры. Закон Мозли.

44. Комбинационное рассеяние света. Эффект Рамана.

45. Энергетические зоны в твердых телах. Металлы, диэлектрики и полупроводники. Собственные и примесные полупроводники. Электронная и дырочная проводимость.

#### **2.1. Общематематические вопросы**

1. Понятие производной функции. Основные правила дифференцирования функций. Нахождение экстремумов функции.

2. Понятие матрицы. Определитель матрицы и его вычисление.

3. Система линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Методы решения СЛАУ: метод Гаусса, метод Крамера. Критерий существования нетривиального решения системы однородных линейных алгебраических уравнений.

4. Векторный анализ и тензорная алгебра.

5. Понятие первообразной функции. Вычисление неопределенных и определенных интегралов, в т.ч. несобственных.

6. Понятие числового ряда. Признаки сходимости числовых рядов. Разложение функции в ряд Тейлора.

7. Понятия градиента функции, дивергенции, ротора и циркуляции векторного поля. Теоремы Остроградского-Гаусса и Стокса.

8. Понятие обыкновенного дифференциального уравнения. Типы ОДУ первого порядка и методы их решения: уравнение с разделяющимися переменными, однородное ОДУ, уравнение в полных дифференциалах, линейное дифференциальное уравнение, уравнения, не разрешенные относительно производной.

9. Линейное дифференциальное уравнение произвольного порядка с постоянными коэффициентами. Методы его решения.

10. Система линейных дифференциальных уравнений первого порядка. Методы её решения.

11. Понятие аналитической функции. Разложение функции, аналитической в кольце, в ряд Лорана. Классификация изолированных особых точек. Вычеты. Основная теорема о вычетах и ее приложения.

12. Основные уравнения математической физики. Классификация линейных дифференциальных уравнений с частными производными второго порядка с двумя независимыми переменными.

13. Решение краевых задач для уравнений гиперболического и параболического типов методом Фурье.

14. Решение задачи Коши для волнового уравнения в одномерном случае.

## Список литературы:

1. Савельев И.В. Курс общей физики: в 4 т. Москва: КНОРУС. Т.1: Механика. Молекулярная физика и термодинамика: учебное пособие для вузов. 2012. 522 с.
2. Савельев И.В. Курс общей физики: в 4 т. Москва: КНОРУС. Т.2: Электричество и магнетизм. Волны. Оптика. 2009. 570 с.
3. Савельев И.В. Курс общей физики: учебное пособие в 4 т. Москва: КНОРУС. Т.3: Квантовая оптика. Атомная физика. Физика твердого тела. Физика атомного ядра и элементарных частиц: учебное пособие для вузов. 2012. 360 с.
4. Иродов И.Е. Волновые процессы: основные законы: учебное пособие для вузов. Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2015. 263 с.
5. Иродов И.Е. Квантовая физика: основные законы. Москва: Бином. Лаборатория знаний. 2014. 256 с.
6. Иродов И.Е. Электромагнетизм. Основные законы: учебное пособие для вузов. Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2014. 320 с.
7. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика: учебник. Санкт-Петербург: Лань. Т.1: Физика атомного ядра. 2009. 383 с.

8. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика: учебник. Санкт-Петербург: Лань. Т. 2: Физика ядерных реакций. 2008. 318 с.
9. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика: учебник. Санкт-Петербург: Лань. Т. 3: Физика элементарных частиц. 2008. 412 с.
- 10.Бронштейн И.Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов: учебное пособие. Санкт-Петербург: Лань, 2009. 608 с.
- 11.Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике. М.: Астрель, АСТ, 2005. 992 с.
- 12.Беклемишев Д.В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры: учебник для вузов. Москва: Физматлит, 2009. 307 с.
- 13.Тихонов А.Н. Уравнения математической физики: Учеб. пособие для вузов. М.: МГУ; Наука, 2004. 798 с.
- 14.Мэтьюз Дж., Уокер Р. Математические методы физики. М., Атомиздат, 1972.
- 15.Гельфанд И.М. Лекции по линейной алгебре. М., Наука, 1971.

## **2.3. Специальные вопросы по научным специальностям**

### **1.3.2 Приборы и методы экспериментальной физики**

1. Ионизационные потери энергии заряженных частиц. Образование д-электронов. Формула Бете-Блоха.
2. Методы амплитудного и временного анализа.
3. Методы совпадений и антисовпадений.
4. Основные принципы ускорения заряженных частиц. Современные ускорители и коллайдеры.
5. Методы измерения полного сечения ядерных реакций
6. Основные типы детекторов элементарных частиц
7. Методы наименьших квадратов и максимального правдоподобия в обработке данных.

### **Литература**

1. Акимов, Ю.К. Фотонные методы регистрации излучений - 2-е изд., испр. и доп. - Дубна : ОИЯИ, 2014.
2. Болоздыня, А.И., И. М. Ободовский. Детекторы ионизирующих частиц и излучений. Принципы и применения. - Долгопрудный : ИНТЕЛЛЕКТ, 2012.
3. Григорьев, В.А. Газоразрядные детекторы элементарных частиц: учебное пособие для вузов - Москва: НИЯУ МИФИ, 2012.
4. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. М., Атомиздат, 2009.
5. Лавренчик В.Н. Постановка физического эксперимента и статистическая обработка его результатов, М., Энергоатомиздат, 1986.
6. В.А.Григорьев, А.А.Колюбин, В.А.Логинов «Электронные методы ядерно-физического эксперимента, М, Энергоатомиздат. 1988
7. А.И. Абрамов и др. "Основы экспериментальных методов ядерной физики", М.:Энергоатомиздат,1985.

### 1.3.3 Теоретическая физика

1. Принцип наименьшего действия, уравнения Лагранжа, уравнения Гамильтона, канонические преобразования, уравнение Гамильтона-Якоби.
2. Кеплерова задача, малые колебания одномерных и многомерных систем, нелинейные колебания, адиабатические инварианты.
3. Преобразования Лоренца. Энергия и импульс релятивистских частиц. Распады и столкновения релятивистских частиц. Калибровочная инвариантность электромагнитного поля. Тензор электромагнитного поля. Движение заряженных частиц в электромагнитных полях. Уравнения Максвелла.
4. Запаздывающие потенциалы. Потенциалы Лиенара-Вихерта. Спектральное разложение запаздывающих потенциалов.
5. Дипольное, магнитно-дипольное и квадрупольное излучение. Излучение релятивистских частиц. Синхротронное и тормозное излучение. Рассеяние электромагнитных волн заряженной частицей. Сила радиационного трения.
6. Представление Гайзенберга и представление взаимодействия. Квантовомеханическое описание линейного гармонического осциллятора. Сложение моментов. Сpin 1/2 и матрицы Паули. Квазиклассическое приближение. Правило квантования Бора-Зоммерфельда. Туннельный эффект. Стационарная теория возмущений. Эффекты Штарка и Зеемана. Уровни Ландау в магнитном поле.
7. Водородоподобный атом. Многоэлектронные атомы. Тонкое расщепление уровней. Метод самосогласованного поля. Уравнение Томаса-Ферми.
8. Квантово-механическая теория рассеяния. Формула Борна. Фазовая теория рассеяния. Рассеяние быстрых электронов на атомах.
9. Микроканоническое распределение и распределение Гиббса. Свободная энергия и энтропия статистических систем.
10. Термодинамические величины идеальных бозе- и ферми-газов. Излучение абсолютно черного тела. Бозе-конденсация.
11. Уравнение Ван-дер-Ваальса. Термодинамические величины слабо недельной плазмы.
12. Уравнение Кляйна-Гордона и уравнение Дирака. Квантование свободного скалярного, спинорного и векторного поля. S-матрица. Эффект Комптона.
13. Типы и симметрия твердых тел. Кристаллические структуры. Симметрия кристаллов. Свойства обратной решетки. Зона Бриллюэна. Теорема Блоха.
14. Неидеальный бозе-газ. Симметрия волновой функции системы бозонов, бозе-конденсат. Слабонеидеальный бозе-газ. Модель Боголюбова. Спектр возбуждений.
15. Сверхпроводимость. Куперовское спаривание. Теория Бардина-Купера-Шриффера (БКШ). Теория Лондонов.

16. Функции Грина. Корреляционные функции. Основные принципы диаграммной техники. Уравнение Дайсона. Многочастичные функции Грина.

### Литература

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. - Теоретическая физика. Т. 1. Механика. - М.: Наука. -1988.
2. Алексеев А.И. – Техника вычислений в классической механике. – М.: МИФИ, 1980.
3. Ермаченко В.М., Карнаков Б.М., Кельнер С.Р., Чернов А.С. - Практикум по теоретической физике. Механика. Под редакцией Нарожного Н.Б. - М.: МИФИ, 1987.
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т.2. Теория поля. М.: Наука. 1972 (другие издания - 1989, 2001).
5. Алексеев А.И. Сборник задач по классической электродинамике. М.: Наука, 1977.
6. Джексон Дж. Классическая электродинамика. М.: Мир, 1987.
7. Батыгин В.В., Топтыгин И.М. Сборник задач по электродинамике. М.: Наука, 1970.
8. Берков А.В., Кобзарев И.Ю. Теория тяготения Эйнштейна. М., МИФИ, 1989.
9. Берков А.В., Кобзарев И.Ю. Приложение теории тяготения к астрофизике и космологии. М., МИФИ, 1990.
10. Вайнберг С. Гравитация и космология. М., Мир, 1972.
11. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Т.3. Квантовая механика. Нерелятивистская теория. М.: Наука. 1972 (другие издания - 1989, 2001).
12. Давыдов А.С. Квантовая механика. М.: Наука, 1963 (другое издание – 1973).
13. Левич В.Г., Вдовин Ю.А., Мямлин В.А. Курс теоретической физики. Т.2. М.: Физматгиз, 1962 (другое издание – 1971).
14. Галицкий В.М., Карнаков Б.М., Коган В.И. Задачи по квантовой механике. М.: Наука, 1981 (другие издания - 1992, в двух томах - 2001).
15. Шифф Л. Квантовая механика. М.: Иностранная литература. 1959.
16. Блохинцев Д.И. Основы квантовой механики, М.: Наука, 1976.
17. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика. Ч. 1. – М.: Наука. Физматлит, 1995.
18. Левич В.Г., Вдовин Ю.А., Мямлин В.А. Курс теоретической физики. Т. 1. - М.: Физматгиз, 1962.
19. Киттель Ч. Статистическая термодинамика. - М.: Наука, 1977.
20. Кубо Р. Статистическая механика. - М.: Мир, 1967.
21. В.М. Ермаченко, Б.М. Карнаков, С.Р. Кельнер, А.С. Чернов. Практикум по теоретической физике. Распределения статистической физики. – М.: МИФИ, 1989.
22. Леонтович М.А. Введение в термодинамику. Статистическая физика. - М.: Наука, 1983

23. Балеску Р. Равновесная и неравновесная статистическая механика. Т. 1.- М.: Мир, 1978
24. Майер Дж., Гепперт-Майер М., Статистическая механика, М: Мир, 1980.
25. Берестецкий В.Б., Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. Теоретическая физика. В 10 т., М.: Наука. Т.4. Квантовая электродинамика. 1968, 1980, 1989, 2001.
26. Ахиезер А.И., Берестецкий В.Б. Квантовая электродинамика. М.: Наука, 1981.
27. Пескин М.Е., Шредер Д.В., Введение в квантовую теорию поля, М.: РХД, 2001.
28. Ициксон К., Зюбер Ж.Б., Квантовая теория поля, М.: Мир, 1984.
29. Л.Д.Ландау, Лифшиц Е.М. Гидродинамика, М. Наука, 1986.
30. Седов Л.И. Механика сплошной среды, М. Наука, 1994.
31. Галицкий В.М., Ермаченко В.М. Макроскопическая электродинамика. М.: Высшая школа, 1988.
32. Ермаченко В.М. Феноменологическая электродинамика сплошной среды. М.: МИФИ, 1998.
33. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Электродинамика сплошных сред. М.: ГИФМЛ, 1982.
34. Силин В.П. Введение в кинетическую теорию газов, М. Наука, 1971.
35. Лифшиц Е.М., Питаевский Л.П. Физическая кинетика, М. Наука, 1979.

### 1.3.6 Оптика

1. Уравнения Максвелла. Вектор Умова-Пойнтинга. Волновое уравнение. Плоские и сферические волны.
2. Поляризация света. Типы поляризационных устройств.
3. Отражение и преломление света на границе раздела изотропных сред. Формулы Френеля. Полное внутреннее отражение. Комплексная диэлектрическая проницаемость. Отражение света от поверхности проводника.
4. Асимптотическое решение волнового уравнения. Геометро-оптическое приближение. Уравнение эйконала. Область применения лучевого приближения. Принцип Ферма. Гомоцентрические пучки.
5. Интерференция частично-когерентного излучения. Комплексная степень когерентности. Теорема Ван-Циттерта - Цернике. Двухлучевая и многолучевая интерференция. Сдвиговая и спектр-интерферометрия. Многослойные покрытия.
6. Дифракция. Дифракционные интегралы Кирхгофа - Гюйгенса. Дифракция Френеля и Фраунгофера. Влияние дифракции на разрешающую силу систем, образующих изображение. Дифракционная решетка. Особенности дифракции некогерентного излучения. Основы векторной теории дифракции.
7. Обратные задачи теории дифракции. Синтез оптических элементов. Киноформная оптика.

8. Временная и пространственная когерентность световых полей: корреляционные функции первого и высших порядков. Спектральное представление. Теорема Винера-Хинчина.

9. Спектры атомов. Систематика спектров многоэлектронных атомов. Типы связей электронов. Определение набора термов. Исходные термы. Мультиплетная структура. Правила отбора. Взаимодействие конфигураций.

10. Запись и обработка оптической информации. Механизм записи и воспроизведения волновых полей с помощью двумерных и трехмерных голограмм. Цифровые голограммы. Переходные и передаточные функции оптических систем обработки информации. Изопланарность. Использование методов Фурье-оптики для оптической фильтрации и распознавания образов. Коррекция и реконструкция изображений. Методы компьютерной оптики.

11. Волоконная оптика. Типы волоконных световодов. Моды оптический волокон. Затухание и дисперсия мод. Направленные ответвители. Волоконные линии связи. Нелинейные эффекты в оптических волокнах.

### **Литература**

1. Борн М.. Вольф Э. Основы оптики. М.: "Наука", 1970.
2. Гудмен Дж. Введение в Фурье-оптику. М.: "Мир". 1970.
3. О. Звелто. Принципы лазеров. С.- Петербург, «Лань», 2011. 592с.
4. Карлов Н.В. Лекции по квантовой электронике, М., "Наука", 1988.
5. Ельяшевич М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия: Атомная спектроскопия. М.: URSS, 2007, 416 с.
6. Д.В. Сивухин. Общий курс физики. Т.IY. Оптика . М. Физматлит.2006. 792с.
7. Ахманов С.А., Никитин С.Ю. Физическая оптика. М., Наука : МГУ, 2004
8. Ярив А. Квантовая электроника и нелинейная оптика. М., Сов. радио, 1980
9. А.Н. Пихтин. Оптическая и квантовая электроника. М., «Высшая школа»2001 г.,573с
10. В.Г. Дмитриев, Л.В. Тарасов. Прикладная нелинейная оптика. М. Наука, 2004г.
11. Мандель Л., Вольф Э. Оптическая когерентность и квантовая оптика. М.: Физматлит. 2000.

### **1.3.8 Физика конденсированного состояния**

1. Фазовое состояние вещества. Диаграммы состояния веществ.
2. Кристаллические структуры. Кристаллическая решетка. Свойства симметрии кристаллических решеток. Элементарная ячейка. Обратная решетка.
3. Индексы Миллера. Условие дифракции Лауэ. Формула Вульфа-Брэгга.
4. Теплоемкость кристаллических твердых тел. Модели Дебая и Эйнштейна. Электронная теплоемкость.

5. Энергетические состояния электронов в металле. Электронная структура металлов и металлическая связь. Теорема Блоха. Зона Бриллюэна.
6. Распределение Ферми для электронов. Поверхность Ферми. Плотность состояний.
7. Акустические и оптические моды колебания решетки. Дисперсия фононных мод. Функция распределения фононных состояний. Число фононных мод кристалла.
8. Обменное взаимодействие. Спонтанная намагниченность. Ферромагнетизм и антиферромагнетизм.
9. Доменная структура ферромагнетика и ее эволюция при намагничивании. Петля гистерезиса и ее характеристики.
10. Явление сверхпроводимости. Эффект Мейснера. Глубина проникновения магнитного поля. Критические характеристики сверхпроводников, их взаимосвязь.
11. Сверхпроводник в магнитном поле. Сверхпроводники первого и второго рода. Критические магнитные поля. Квантование магнитного потока в сверхпроводниках второго рода. Вихри магнитного потока (флюксоиды).
12. Зонная структура полупроводников. Закон дисперсии носителей тока в полупроводниках. Эффективная масса. Влияние примесей и температуры на электропроводность полупроводников.
13. Модели электропроводности Друде и Зоммерфельда. Эффект Холла. Механизмы рассеяния электронов.
14. Тепловые свойства твердых тел. Теплопроводность металлов и диэлектриков. Термическое расширение твердых тел.
15. Упругие свойства твердых тел. Релаксационные явления и внутреннее трение в твердых телах (для поступающих на ИЯФиТ)
16. Размерное квантование в полупроводниковыхnanoструктурах. Энергетический спектр носителей заряда в квантовых ямах, проволоках и точках. Влияние размерного квантования на оптические свойства полупроводниковых nanoструктур (для поступающих на ЛаПлаз, ИНТЭЛ)

## Литература

1. Ч. Киттель. Введение в физику твердого тела. М. Физматлит: 2006
2. К. Шалимова. Физика полупроводников. М.: Лань, 2010.
3. Н.Б.Брандт, В.А.Кульбачинский. Квазичастицы в физике конденсированного состояния. М. Физматлит, 2007.
4. Е.С. Боровик, В.В. Еременко, А.С. Мильнер Лекции по магнетизму. М.:Физматлит, 2005.
5. В.А. Боков Физика магнетиков. Санкт-Петербург. Невский диалект, 2002.
6. В.В. Шмидт, Введение в физику сверхпроводников, М.: Наука, 2000.
7. А.А. Абрикосов Основы теории металлов. М.: Физматлит, 2005.
8. А.И. Лебедев. Физика полупроводниковых приборов. М.: Физматлит, 2008.

9. Гуревич А.Л. Физика твердого тела. С.-Петербург, Невский диалект, 2004.
10. Дж. Блейкмор. Физика твердого тела. М.: Мир, 1988.
11. Д. Уайт. Квантовая теория магнетизма, М.: Мир, 1985.
12. Тинкхам М. Введение в физику сверхпроводимости М.: Наука, 1980
13. М. Ашкрофт, Н. Мермин, Физика твердого тела, в 2-х томах, М., Мир, 1977
14. А.И. Ансельм. Введение в теорию полупроводников. М. 1978.
15. К. Зеегер. Физика полупроводников. М.: Мир, 1977.
16. Дж. Займан. Принципы теории твердого тела. М.: Мир, 1974.
17. П. ДеЖэн, Сверхпроводимость металлов и сплавов, М.: Мир, 1968.
18. Учебник для вузов в 8-ми томах. Г.Н. Елманов, А.Г. Залужный, Ю.А. Перлович, В.И. Скрыtnый, Е.А. Смирнов, В.Н. Яльцев. Физическое материаловедение. Т.1. Физика твердого тела, М.: МИФИ, 2021, 764с.
19. Учебник для вузов в 8-ми томах. Г.Н. Елманов, Б.А. Калин, С.А. Кохтев, В.В. Нечаев, А.А. Полянский, Е.А. Смирнов, В.И. Стаценко. Физическое материаловедение. Т.2.Основы материаловедения, М.: МИФИ, 2021, с. 15-435.
20. Учебник для вузов в 8-ми томах. Е.А. Дергунова, М.Г. Исаенкова, Л.В. Потанина. Физическое материаловедение. Т.8. Материаловедение сверхпроводящих материалов. М.: МИФИ, 2021, 215с.

### **1.3.9 Физика плазмы**

1. Понятие плазмы, ее образование. Дебаевский радиус. Плазменная частота.
  2. Движение заряженных частиц в магнитном поле. Дрейфовое приближение. Адиабатические инварианты.
  3. Процессы переноса в плазме. Торможение частиц в среде.
  4. Основные типы колебаний и волн в плазме Затухание Ландау.
  5. Ловушка с магнитными пробками. Радиационные пояса Земли.
- Неустойчивости плазмы.

### **Литература**

1. Морозов Д.Х. Введение в теорию горячей плазмы / Д. Х. Морозов. - 2-е изд., испр. и доп. - Москва : НИЯУ МИФИ.Ч.1., Ч.2, 2013.
2. Жданов С.К., Курнаев В.А., Романовский М.К, Цветков И.В. Основы физических процессов в плазме и плазменных установках
3. Готт Ю.В., Курнаев В.А, Вайсберг О.Л. Корпускулярная диагностика лабораторной и космической плазмы

4. Фортов В.Е. Лекции по физике экстремальных состояний вещества / В. Е. Фортов. - Москва: Издательский дом МЭИ, 2013. - 234 с. - (Высшая школа физики. Вып.1).
5. Савинов В.П. Физика высокочастотного емкостного разряда / В. П. Савинов. - Москва : Физматлит, 2013.
6. Генерация пучков заряженных частиц в диодах со взрывоэмиссионным катодом / А. И. Пушкарев [и др.]. - Москва : Физматлит, 2013.
7. Савельев И.В. Курс общей физики. т.2
8. Арцимович Л.А., Лукьянов С.Ю. Движение заряженных частиц в электрических и магнитных полях.
9. Г. А. Месяц Импульсная энергетика и электроника. М. : Наука, 2004
- 10.С.П.Масленников Физика и техника мощных импульсных систем. Импульсные коммутирующие приборы. М.: МИФИ, 2003.
- 11.П. Н. Дащук Техника больших импульсных токов и магнитных полей. М. : Атомиздат, 1970.
- 12.В. Е. Черковец, С. А. Казаков, В. Г. Наумов Лазерная техника для физических исследований и практических применений М.: МИФИ, 2006.
- 13.М. В. Кузелев, А. А. Рухадзе, П. С. Стрелков Плазменная релятивистская СВЧ-электроника. М. : МГТУ, 2002.
- 14.Г. Кнопфель Сверхсильные импульсные магнитные поля. М.: Мир, 1972.
- 15.А. Шваб Измерения на высоком напряжении. М.: Энергия, 1973.
- 16.Физика высоких плотностей энергий. М.: Мир, 1974 Под ред. : П. Кальдирола, Г. Кнопфель
- 17.А. С. Савелов Методы исследования плазмы (лазерная диагностика) М.: МИФИ, 2008.
- 18.Б.Ю.Богданович, А.В.Несторович, А.Е.Шиканов, М.Ф.Ворогушин, Ю.А.Свистунов Дистанционный радиационный контроль с линейными ускорителями. Т1. Линейные ускорители для генерации тормозного излучения и нейtronов. М.: Энергоатомиздат,2009.
- 19.А. Н. Диденко СВЧ – энергетика. М. : Наука, 2003.
- 20.Е.В.Берлин, Л.А.Сейдман Ионно-плазменные процессы в тонкопленочной технологии. М.: Техносфера, 2010.
- 21.Б.М.Рябов Измерение импульсных напряжений. М.: Энергоатомиздат,1983.
- 22.Г.А.Шнеерсон Поля и переходные процессы в аппаратуре сверхсильных токов. М.: Энергоатомиздат, 1992.
- 23.Г.С. Кучинский Частичные разряды в высоковольтных конструкциях. Л.: Энергия, 1979.

### **1.3.13 Электрофизика, электрофизические установки**

1. Импульсные трансформаторы. Генераторы Аркадьева- Маркса. Емкостные и индуктивные накопители энергии. Формирующие линии.
2. Термоэлектронные, автоэмиссионные, фото- электронные, взрывоэмиссионные эмиттеры электронов.

3. Понятие плазмы. Длина Дебая. Колебания Ленгмюра.
  4. Эффект Холла. Анизотропная проводимость.
  5. Принцип действия магнитогидродинамического генератора.
- Плазменные ускорители и двигатели.
6. Отражение и преломление плоской волны на границе двух сред с различными электродинамическими характеристиками.
  7. Основы Электродинамики СВЧ. Уравнение Гельмгольца.
  8. Электродинамические волноводы и резонаторы.

## Литература

1. Фолкенберри Л. Применение операционных усилителей и линейных интегральных схем. Пер. с англ. - М.: Мир, 1985.
2. Фролкин В.Т., Попов Л.Н. Импульсные и цифровые устройства. Учебное пособие для высших учебных заведений. - М.: Радио и связь, 1992.
3. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. Пер. с англ. Мир, 1993.
4. Шуренков В.В., Беклемишев В.В., Коршунов А.М. Физика контактных явлений - М. : МИФИ, 1988.
5. Ращиков В.И., Рошаль А.С.. Численные методы решения физических задач: Учебное пособие. –СПб.: «Лань», 2005
6. Аверьянов Г.П., Рошаль А.С.. Введение в информатику: Учебное пособие – М.: МИФИ, 2002.
7. Аверьянов Г.П., Рошаль А.С. Основы современной информатики: Учебное пособие – М: МИФИ,2007.
8. Лебедев А.Н., Шальнов А.В. Основы физики и техники ускорителей. . –М.: Энергоатомиздат, 1991.
9. Диценко А.Н., Гаврилов Н.М., Пучков В.Н. Техническая электродинамика. - М.: МИФИ, 2000.
- 10.Чен Ф. Введение в физику плазмы. М., Мир. 1987.
- 11.Вальднер О.А., Диценко А.Н., Шальнов А.В. Ускоряющие волноводы. – М: Атомиздат, 1973.
- 12.Капчинский И. М. Теория линейных резонансных ускорителей. М.: Энергоатомиздат, 1982
- 13.Диценко А.Н., Григорьев И.П., Усов Ю.П.. Мощные электронные пучки и их применение. М.: Атомиздат, 1977.
- 14.Дж. Лоусон Физика пучков заряженных частиц. М.: Мир,1980.
- 15.Пучков В.Н. Формирование магнитных полей: Учебное пособие. - М.: МИФИ, 1989.
- 16.Милованов О.С., Собенин Н.П.: «Техника сверхвысоких частот». М.: Энергоатомиздат, 2007.
- 17.Милованов О.С., Пономаренко А.Г. “Усилители и автогенераторы метровых волн”.М. МИФИ. 1989.
- 18.Гоноровский И.С. Основы радиотехники. М. Радио. 1957.
- 19.Милованов О.С., Собенин Н.П.: «Техника сверхвысоких частот». Атомиздат, 1980.

- 20.Каминский В.И., Сенюков В.А., Собонин Н.П. Высшие типы волн в элементах ускоряющих структур: Учеб. пособие для вузов. М.: МИФИ, 2002.
- 21.В.И. Каминский, М.В. Лалаян, Н.П. Собонин. Ускоряющие структуры: учеб. пособие для вузов. М.: МИФИ, 2005.
- 22.Диденко А.Н., Каминский В.И., Лалаян М.В., Собенин Н.П. Сверхпроводящие ускоряющие резонаторы. – М:МИФИ, 2008.
- 23.Глазков А.А., Саксаганский Г.Л. Вакуум электрофизических установок и комплексов. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
- 24.Шатохин В.Л. Технология вакуумных систем: Учебное пособие. – М.: МИФИ, 2000.
- 25.Райзер Ю.П. Физика газового разряда: Учеб. Руководство.- М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987.
- 26.Сливков И.Н. Процессы при высоком напряжении в вакууме. – М.: Энергоатомиздат, 1986.

### **1.3.15 Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий**

1. Виды радиоактивности. Законы р/а распада.
2. Ионизационные потери энергии заряженных частиц. Образование  $\delta$ -электронов. Формула Бете-Блоха.
3. Взаимодействие фотонов с веществом. Фотоэффект. Эффект Ожэ. Комптон-эффект. Образование электрон-позитронных пар.
4. Классификация частиц и взаимодействий, основные свойства. Лептоны и кварки. Классификация адронов.
5. Кварковая модель адронов. Описание свойств адронов, мультиплеты.
6. Понятие о квантовой хромодинамике (КХД).
7. Вселенная и ее состав.
8. Современная модель расширяющейся Вселенной.
9. Основные сведения о космических лучах (КЛ).

### **Литература**

1. Л.Б. Окунь. Лептоны и кварки. М.: Наука, 1990.
2. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика. М., Атомиздат, 1974
3. Д. Перкинс. Введение в физику высоких энергий. Энергоатомиздат, 2007, 1991,1975.
4. Рубаков В.А.; Горбунов Д.С. Введение в теорию ранней Вселенной, М.: Красанд, 2010.
5. Капитонов И.М. Введение в физику ядра и частиц 2002.
6. Белоцкий К.М.;Емельянов В.М. Лекции по основам электрослабой модели и новой физике: Москва: МИФИ, 2007
7. Ченг Т.П., Ли Л.Ф. Калибровочные теории в физике элементарных частиц, М.: Мир, 1987. -624 с.

8. Волошин М.Б., Тер-Мартиросян К.А. Теория калибровочных взаимодействий элементарных частиц, М.: Энергоатомиздат - 1984.
9. Бронников К.А., Рубин С.Г. Лекции по гравитации и космологии, учебное пособие для вузов, К. А. Бронников, С. Г. Рубин, Москва: МИФИ, 2008
10. Михеева Е.В., Лукаш В.Н. Физическая космология, Москва: Физматлит, 2012
11. Емельянов В.М., С. Л. Тимошенко. Введение в релятивистскую ядерную физику: Учеб. пособие для вузов - М.: МИФИ, 2003

### **1.3.17 Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества**

1. Теория и критерий теплового взрыва.
2. Теория и закономерности стационарного горения газовой смеси. Нормальная скорость распространения пламени.
3. Законы сохранения массы, импульса и энергии на фронте одномерной ударной волны.
4. Стационарная детонационная волна в газовой смеси. Методы измерения основных параметров детонации.
5. Основные уравнения химической термодинамики. Условия химического равновесия в сложных системах

### **Литература**

1. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Статистическая физика, Т. 5. М.: Наука, 2001.
2. Квасников И.А. Теория равновесных систем. Термодинамика. Т.1., Статистическая физика, Т. 2. Изд-во УРСС, М, 2002.
3. Силин В.П. Введение в кинетическую теорию газов, М.: Изд-во ФИ им. Лебедева, 1998.
4. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика. Издание 6-е. М.: Физматлит, 2015. Т. VI. Гидродинамика. 728 с.
5. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. М.: Наука, 1973.
6. Орленко Л.П. Физика взрыва. В 2-х томах. Москва: Физматлит, 2002.
7. Зельдович Я.Б. Теория ударных волн и введение в газодинамику. Москва: Ленанд, 2014. 195 с.
8. Бейкер У. и др. Взрывные явления. Оценка и последствия (в 2-х томах), М.: Мир, 1986.
9. Зельдович Я. Б., Баренблatt Г. И., Либрович В. Б., Махвиладзе Г. М. Математическая теория горения и взрыва. М.: Наука, 1980. 478 с.
10. Фортов В.Е. Экстремальные состояния вещества. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. — 304 с. — ISBN 978-5-9221-1104-1.

### **1.3.18 Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника**

1. Уравнения корпускулярной оптики. Электростатические и магнитные линзы.
2. Фазовое движение. Принцип автофазировки.
3. Классический циклотрон, микротрон, электронные и ионные синхротроны.
4. Линейные ускорители электронов на бегущей и стоячей волне.
5. Генераторы СВЧ. Клистроны, магнетроны, лампы бегущей волны.
6. Энергетический спектр потока ускоренных частиц. Эмиттанс. Аксептанс.
7. Ионные и электронные диоды.
8. Метод встречных пучков, коллайдеры.

### **Литература**

1. Фолкенберри Л. Применение операционных усилителей и линейных интегральных схем. Пер. с англ. - М.: Мир, 1985.
2. Фролкин В.Т., Попов Л.Н. Импульсные и цифровые устройства. Учебное пособие для высших учебных заведений. - М.: Радио и связь, 1992.
3. Хоровиц П., Хилл У. Искусство схемотехники. Пер. с англ. Мир, 1993.
4. Шуренков В.В., Беклемишев В.В., Коршунов А.М. Физика контактных явлений - М. : МИФИ, 1988.
5. Рациков В.И., Рошаль А.С.. Численные методы решения физических задач: Учебное пособие. –СПб.: «Лань», 2005
6. Аверьянов Г.П., Рошаль А.С.. Введение в информатику: Учебное пособие –М.: МИФИ, 2002.
7. Аверьянов Г.П., Рошаль А.С. Основы современной информатики: Учебное пособие – М: МИФИ,2007.
8. Лебедев А.Н., Шальнов А.В. Основы физики и техники ускорителей. . –М.: Энергоатомиздат, 1991.
9. Диденко А.Н., Гаврилов Н.М., Пучков В.Н. Техническая электродинамика. - М.: МИФИ, 2000.
10. Вальднер О.А., Диденко А.Н., Шальнов А.В. Ускоряющие волноводы. – М: Атомиздат, 1973.
11. Капчинский И. М. Теория линейных резонансных ускорителей. М.: Энергоатомиздат, 1982
12. Диденко А.Н., Григорьев И.П., Усов Ю.П.. Мощные электронные пучки и их применение. М.: Атомиздат, 1977.
13. Дж. Лоусон Физика пучков заряженных частиц. М.: Мир,1980.

14. Богданович Б.Ю., Нестерович А.В., Шиканов А.Е. и др. Дистанционный контроль с линейными ускорителями. Т.1. Линейные ускорители для генерации тормозного излучения и нейтронов. М., Энергоатомиздат, 2009.
15. Пучков В.Н. Формирование магнитных полей: Учебное пособие. - М.: МИФИ, 1989.
16. Милованов О.С., Собенин Н.П.: «Техника сверхвысоких частот». М.: Энергоатомиздат, 2007.
17. Милованов О.С., Пономаренко А.Г. “Усилители и автогенераторы метровых волн”. М. МИФИ. 1989.
18. Гоноровский И.С. Основы радиотехники. М. Радио. 1957.
19. Милованов О.С., Собенин Н.П.: «Техника сверхвысоких частот». Атомиздат, 1980.
20. Каминский В.И., Сенюков В.А., Собонин Н.П. Высшие типы волн в элементах ускоряющих структур: Учеб. пособие для вузов. М.: МИФИ, 2002.
21. В.И. Каминский, М.В. Лалаян, Н.П. Собонин. Ускоряющие структуры: учеб. пособие для вузов. М.: МИФИ, 2005.
22. Диденко А.Н., Каминский В.И., Лалаян М.В., Собенин Н.П. Сверхпроводящие ускоряющие резонаторы. – М:МИФИ, 2008.
23. Глазков А.А., Саксаганский Г.Л. Вакуум электрофизических установок и комплексов. – М.: Энергоатомиздат, 1985.
24. Шатохин В.Л. Технология вакуумных систем: Учебное пособие. – М.: МИФИ, 2000.
25. Райзер Ю.П. Физика газового разряда: Учеб. Руководство.- М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1987.
26. Сливков И.Н. Процессы при высоком напряжении в вакууме. – М.: Энергоатомиздат, 1986.

### **1.3.19 Лазерная физика**

1. Спонтанные и индуцированные переходы.
2. Принцип действия лазера. Методы создания инверсной населенности.
3. Пороговое условие для получения генерации в лазере. Свободная генерация. Стационарная генерация.
4. Механизмы уширения линий. Однородное и неоднородное уширение.
5. Открытый оптический резонатор. Собственные типы колебаний. Добротность резонатора. Селекция мод.
6. Модуляция добротности, синхронизация мод.
7. Газовые лазеры. Лазеры на атомах и ионах инертных газов. Молекулярные лазеры.
8. Твёрдотельные лазеры. Неодимовые лазеры на кристалле и на стекле.
9. Лазеры на красителях.

10. Полупроводниковые лазеры.
11. Волоконные лазеры.

### **Литература**

- 13.О. Звелто. Принципы лазеров. С.- Петербург, «Лань», 2011. 592с.
14. Карлов Н.В. Лекции по квантовой электронике, М., “Наука”, 1988.
15. Ходгсон, Н., Вебер Х. Лазерные резонаторы и распространение пучков. Основы, современные понятия и прикладные аспекты / Ходгсон Н. , Вебер Х. - Москва : ДМК Пресс, 2017. - 744 с. - ISBN 978-5-97060-176-1. –
16. Ельяшевич М.А. Атомная и молекулярная спектроскопия: Атомная спектроскопия. М.: URSS, 2007, 416 с.
17. Д.В. Сивухин. Общий курс физики. Т.ІУ. Оптика . М. Физматлит.2006. 792с.
18. Ахманов С.А., Никитин С.Ю. Физическая оптика. М., Наука : МГУ, 2004
19. Жуков А. Е., Основы физики и технологии полупроводниковых лазеров, Российская академия наук Санкт-Петербургский национальный исследовательский Академический университет (Академический университет), Том 4, стр. 364, 2016 год.
20. Г.М.Зверев, Ю.Д.Голяев. Лазеры на кристаллах и их применение. М., «Радио и Связь», 1994,- 312 с.
- 21.В.П. Быков, О.О. Силичев. Лазерные резонаторы. М. Наука, 2002г.
- 22.Ярив А. Квантовая электроника и нелинейная оптика. М., Сов. радио, 1980
- 23.В.С. Летохов, В.П. Чеботаев Нелинейной лазерная спектроскопия сверхвысокого разрешения. М.: Наука, 1990. 512 с.
- 24.А.Н. Пихтин. Оптическая и квантовая электроника. М., «Высшая школа»2001 г.,573с
- 25.В.Г. Дмитриев, Л.В. Тарасов. Прикладная нелинейная оптика. М. Наука, 2004г.
- 26.П.Г. Крюков. Фемтосекундные импульсы. М. ФИЗМАТЛИТ,2008. 208с.
- 27.А.В. Евдокимов, О.Ф. Очн Волоконные лазеры. Взаимодействие лазерного излучения с веществом. Учебное пособие. Москва. НТО "ИРЭ-Полюс".2017. 104 с.
28. А.В. Богданов, Ю.В. Голубенко, Волоконные технологические лазеры и их применение. Учебное пособие. СПб: Издательство "Лань", 2016. 208 с.

### **3. Материалы для подготовки ко второй части вступительного испытания**

При представлении плана научного исследования необходимо представить следующую информацию:

- Тема диссертации
- Предполагаемый научный руководитель (при наличии)
- Актуальность темы

- Цели и задачи исследования
- Развёрнутые формулировки теоретических и практических задач, которые необходимо решить для достижения поставленной цели с распределением их по семестрам обучения.
- Теоретическая значимость работы. Практическая значимость работы.
- Имеющийся задел по предполагаемому исследованию

Абитуриент готовит план будущего научного исследования заранее, до вступительного испытания, и на испытании представляет уже готовый план. При составлении плана необходимо помнить, что в рамках диссертационного исследования аспирант решает научную задачу, имеющую значение для развития соответствующей отрасли науки, либо разрабатывает новые научно-обоснованные технические, технологические или иные решения и разработки, имеющие существенное значение для развития страны.

Цель диссертации вытекает из формулировки научной проблемы, связанной с теоретической или практической нерешенностью темы или ее аспекта. Цель формулируется коротко и однозначно, она должна быть достигнута к концу работы. Исходя из единственной цели работы, определяется несколько задач. Разрешение каждой задачи является последовательным шагом на пути достижения цели.

## **Паспорта научных специальностей**

### **1.3.2 Приборы и методы экспериментальной физики (технические науки)**

#### **Направления исследований:**

1. Изучение физических явлений и процессов, которые могут быть использованы для создания принципиально новых приборов и методов экспериментальной физики.
2. Разработка новых принципов и методов измерений физических величин, основанных на современных достижениях в различных областях физики и позволяющих существенно увеличить точность, чувствительность и быстродействие измерений.
3. Разработка и создание научной аппаратуры и приборов для экспериментальных исследований в различных областях физики.
4. Разработка и создание экспериментальных установок для проведения экспериментальных исследований в различных областях физики.
5. Разработка и создание новых приборов и аппаратурных комплексов для исследований в области астрономии и астрофизики.
6. Разработка и создание средств автоматизации физического эксперимента.
7. Разработка и создание лечебно-диагностических методик и аппаратурных комплексов для биомедицинских исследований.

### **1.3.2 Приборы и методы экспериментальной физики (физико-математические науки)**

### **Направления исследований:**

1. Изучение физических явлений и процессов, которые могут быть использованы для создания принципиально новых приборов и методов экспериментальной физики.
  2. Разработка новых принципов и методов измерений физических величин, основанных на современных достижениях в различных областях физики и позволяющих существенно увеличить точность, чувствительность и быстродействие измерений.
  3. Разработка и создание научной аппаратуры и приборов для экспериментальных исследований в различных областях физики.
  4. Развитие квантовой теории измерений.
  5. Исследование фундаментальных ограничений на точность измерений.
  6. Разработка и создание экспериментальных установок для проведения экспериментальных исследований в различных областях физики.
  7. Разработка и создание новых приборов и аппаратурных комплексов для исследований в области астрономии и астрофизики.
  8. Разработка и создание средств автоматизации физического эксперимента.
  9. Разработка методов математической обработки экспериментальных результатов.
  10. Моделирование физических явлений и процессов.
  11. Разработка и создание лечебно-диагностических методик и аппаратурных комплексов для биомедицинских исследований

### 1.3.3 Теоретическая физика (физико-математические науки)

## **Направления исследований:**

1. Классическая и квантовая теория поля. Теория фундаментальных взаимодействий. Изучение явлений на малых масштабах и при больших энергиях. Объединенные модели фундаментальных взаимодействий. Разработка математических методов теории поля. Супергравитация и теория суперстрон, модели с дополнительными измерениями, AdS/CFT соответствие, голографические модели.
  2. Свойства материи и пространства-времени во Вселенной. Классическая и квантовая космология и гравитация. Свойства вакуума, темная энергия. Общая теория относительности и ее расширения.
  3. Релятивистская астрофизика.
  4. Стандартная модель фундаментальных взаимодействий элементарных частиц и ее расширения, в том числе обусловленные проблемой темной материи, физикой нейтрино и другими феноменологическими проблемами.
  5. Теория конденсированного состояния. Изучение различных состояний вещества и физических явлений в них. Статистическая физика. Теория фазовых переходов. Физическая кинетика.

6. Общие вопросы квантовой теории: основы, теория измерений, теория рассеяния, теория открытых квантовых систем. Теория многих взаимодействующих частиц. Квантовая теория физических явлений в ядрах, атомах и молекулах.
7. Квантовая хромодинамика. Разработка методов описания адронного вещества и кварк-глюонной плазмы, в том числе в приложениях к процессам в столкновениях адронов, ядер, тяжелых ионов в компактных астрофизических объектах, в ранней Вселенной и в других системах.
8. Решеточные модели теории поля. Моделирование физических процессов на решетке.
9. Разработка теории мезоскопических систем.
10. Теория неравновесных систем. Теория хаоса и турбулентности.
11. Квантовые вычисления и квантовая информатика. Квантовые компьютеры.
12. Методы глубокого обучения, искусственного интеллекта и машинного обучения. Физические модели когнитивных процессов.

### **1.3.6. Оптика (технические науки)**

#### **Направления исследований:**

1. Разработка инженерных аспектов волновой оптики, включая физические процессы интерференции, дифракции, поляризации и когерентности света.
2. Инженерные принципы формирования световых пучков. Методы и технологии получения структурированного излучения, оптика анизотропных, движущихся, нестационарных сред, металлооптика, оптические технологии получения наноматериалов и метаструктур.
3. Формирование и обработка оптических изображений, топография. Оптика световодов.
4. Разработка инженерных аспектов геометрической (лучевой) оптики. Распространение и преобразование световых пучков.
5. Новые принципы построения оптических систем и инструментов. Явления на границах оптических сред. Системы и приборы в фотометрии.
6. Оптические технологии в молекулярной оптике. Дисперсия, поглощение, рассеяние света. Оптическая активность сред и структур.
7. Инженерные аспекты исследования квантовой природы света. Оптические методы передачи и обработки информации, методы и технологии создания оптических элементов для квантовых вычислений.
8. Излучение и поглощение света изолированными и взаимодействующими атомами и молекулами. Инженерные аспекты люминесценции, методы и техника спектроскопии.
9. Разработка инженерных принципов построения источников светового излучения. Лазерная спектроскопия, оптические прецизионные измерения и стандарты, спектроскопия одиночных атомов.
10. Инженерные аспекты воздействия света на вещество. Методы и технологии передачи энергии-импульса, применения динамических процессов при взаимодействии света с веществом, процессов выделения энергии веществом при

световом воздействии. Световое управление движением и квантовым состоянием атомов.

11. Инженерные принципы фотоэлектрических явлений и фотохимических процессов в веществе. Исследования принципов детектирования излучения.

12. Разработка инженерных аспектов нелинейной оптики. Самовоздействие света в среде.

13. Оптика ультракоротких импульсов. Инженерные аспекты распространения оптических импульсов сверхвысоких мощностей и сверхмалых длительностей.

### **1.3.6. Оптика (физико-математические науки)**

#### **Направления исследований:**

1. Развитие физических основ волновой оптики, включая физические процессы интерференции, дифракции, поляризации и когерентности света.

2. Принципы формирования световых пучков и электромагнитных полей субволновых масштабов. Структурированный свет, в том числе спиральные пучки. Оптика анизотропных, движущихся, нестационарных сред, металлооптика и плазмоника.

3. Формирование и обработка оптических изображений, топография и томография. Оптика световодов, плазмонных и гибридных волноводов. Конфокальная микроскопия и оптическая микроскопия ближнего поля.

4. Развитие физических основ геометрической оптики. Распространение и преобразование световых пучков. Новые принципы построения оптических систем и инструментов. Явления на границах оптических сред. Фотометрия.

5. Развитие физических основ молекулярной оптики и спектроскопии. Частотная и пространственная дисперсия, поглощение, отражение, преломление и рассеяние света. Оптическая активность сред и структур.

6. Оптические исследования фундаментальных свойств материи. Исследования квантовой природы света. Спонтанные и вынужденные процессы. Статистика фотонов. Оптические методы передачи и обработки информации, физические основы квантовых вычислений.

7. Излучение, поглощение и рассеяние света изолированными и взаимодействующими атомами, молекулами и ионами. Физические основы процессов люминесценции и спектроскопических методов исследования веществ. Поляризационные явления.

8. Разработка базовых принципов построения источников светового излучения и функционирования фотонных и оптоэлектронных устройств. Лазерная спектроскопия, оптические прецизионные измерения, стандарты частоты и времени, квантовые сенсоры.

9. Спектроскопия одиночных атомов, молекул, ионов и квантоворазмерных объектов, а также газовых, плазменных и конденсированных сред.

10. Фундаментальные исследования воздействия света на вещество и одиночные частицы. Передача энергии-импульса, динамические процессы при взаимодействии света с веществом, процессы выделения энергии веществом при световом воздействии. Оптика сред при внешних воздействиях.

11. Световое управление движением и квантовыми состояниями атомномолекулярных систем. Селективное заселение состояний и когерентное управление квантовыми системами.
12. Исследования физических основ фотоэлектрических явлений, фотохимических и кинетических процессов в газах, плазме, конденсированных средах и в биофизических объектах. Исследования принципов регистрации излучения.
13. Развитие физических основ квантовой и нелинейной оптики и спектроскопии. Самовоздействие света в среде.
14. Оптика ультракоротких импульсов. Распространение оптических импульсов сверхвысоких мощностей и сверхмалых длительностей.
15. Оптика и спектроскопия сложных атомно-молекулярных систем, наноструктур, мезоскопических систем, метаструктур и наноматериалов.
16. Оптика звездных и планетарных атмосфер. Рентгеновская оптика и физика многозарядных ионов. Синхротронное излучение и его применение при исследовании структур и материалов

### **1.3.8 Физика конденсированного состояния (технические науки)**

#### **Направления исследований:**

1. Экспериментальное изучение физической природы и свойств металлов и их сплавов, неорганических и органических соединений, диэлектриков и, в том числе, материалов световодов как в твердом (кристаллы, поликристаллы), так и в аморфном состоянии в зависимости от их химического, изотопного состава, температуры и давления.
2. Изучение экстремального состояния конденсированных веществ (сильное сжатие, ударные воздействия, изменение гравитационных полей, низкие и высокие температуры).
3. Экспериментальное исследование воздействия различных видов излучений, высокотемпературной плазмы на природу изменений физических свойств конденсированных веществ.
4. Разработка экспериментальных методов изучения физических свойств и создание физических основ промышленной технологии получения материалов с определенными свойствами.
5. Разработка технологии и оборудования для получения наноструктурных металлических, диэлектрических, керамических, композиционных (на основе металлической, диэлектрической, минеральной и полимерной матриц) материалов, в том числе, с наноструктурами поверхностными функциональными слоями и покрытиями, обладающих широким спектром функциональных свойств.
6. Установление закономерностей влияния технологии получения и обработки материалов на их структуру, механические, химические и физические свойства, а также технологические свойства изделий, предназначенных для использования в различных областях промышленности и медицины
7. Технические и технологические приложения физики конденсированного состояния.

### **1.3.8 Физика конденсированного состояния (физико-математические науки)**

#### **Направления исследований:**

1. Теоретическое и экспериментальное изучение физической природы и свойств неорганических и органических соединений как в кристаллическом (моно- и поликристаллы), так и в аморфном состоянии, в том числе композитов и гетероструктур, в зависимости от их химического, изотопного состава, температуры и давления.
2. Теоретическое и экспериментальное исследование физических свойств, упорядоченных и неупорядоченных неорганических и органических систем, включая классические и квантовые жидкости, стекла различной природы, дисперсные и квантовые системы, системы пониженной размерности.
3. Теоретическое и экспериментальное изучение свойств конденсированных веществ в экстремальном состоянии (сильное сжатие, ударные воздействия, сильные магнитные поля, изменение гравитационных полей, низкие и высокие температуры), фазовых переходов в них и их фазовых диаграмм состояния.
4. Теоретическое и экспериментальное исследование воздействия различных видов излучений, высокотемпературной плазмы на природу изменений физических свойств конденсированных веществ.
5. Разработка математических моделей построения фазовых диаграмм состояния и прогнозирование изменения физических свойств конденсированных веществ в зависимости от внешних условий их нахождения.
6. Разработка экспериментальных методов изучения физических свойств и создание физических основ промышленной технологии получения материалов с определенными свойствами.
7. Теоретические расчеты и экспериментальные измерения электронной зонной структуры, динамики решётки и кристаллической структуры твердых тел.

### **1.3.9 Физика плазмы (технические науки)**

#### **Направления исследований:**

1. Управляемый термоядерный синтез с магнитным и инерциальным удержанием, пинчи, лазерный синтез и т.п.
2. Разработка новых приборов и методов для изучения термодинамических, кинетических (в т.ч. явлений переноса), оптических, явлений и элементарных процессов в плазме (ионизация, излучение, столкновения и т.п.).
3. Разработка новых приборов и методов для изучения динамики плазмы: волны, неустойчивости, течения, нелинейные явления (самоорганизация, структуры, турбулентность и т.п.), аномальный перенос, электромагнетизм и т.п.
4. Разработка новых методов и создание новых приборов для диагностики плазмы.
5. Разработка и создание новых источников генерации плазмы.
6. Заряженная плазма, пучки частиц в плазме, плазменная электроника.
7. Разработка новых методов исследования плазмы в космосе и астрофизике.
8. Разработка новых методов исследования плазменных процессов на Солнце и в звездах.

9. Разработка новых методов и создание новых приборов для исследования плазменных явлений в атмосферах, ионосферах и магнитосферах планет.
10. Разработка новых методов и создание новых приборов для изучения взаимодействия плазмы с веществом в других агрегатных состояниях (с поверхностью твердых тел, с пылевыми частицами, с кластерами, аэрозолями, жидкостями и т.п.).
11. Плазменные явления в конденсированном веществе (твердых телах, электролитах и пр.).
12. Плазменные технологии и устройства.
13. Плазмохимия и реакции в плазме.
14. Пылевая плазма.

### **1.3.9 Физика плазмы (физико-математические науки)**

#### **Направления исследований:**

1. Управляемый термоядерный синтез с магнитным и инерциальным удержанием, пинчи, лазерный синтез и т.п.
2. Термодинамика, кинетика (в т.ч. явления переноса), оптика, элементарные процессы в плазме (ионизация, излучение, столкновения и т.п.).
3. Динамика плазмы: волны, неустойчивости, течения, нелинейные явления (самоорганизация, структуры, турбулентность и т.п.), аномальный перенос, электромагнетизм и т.п.
4. Диагностика плазмы.
5. Источники и генерация плазмы.
6. Заряженная плазма, пучки частиц в плазме, плазменная электроника.
7. Плазма в космосе и астрофизике.
8. Процессы на Солнце и в звездах.
9. Плазменные явления в атмосферах, ионосферах и магнитосферах планет.
10. Взаимодействие плазмы с веществом в других агрегатных состояниях (с поверхностью твердых тел, с пылевыми частицами, с кластерами, аэрозолями, жидкостями и т.п.).
11. Плазменные явления в конденсированном веществе (твердых телах, электролитах и пр.).
12. Плазмохимия и реакции в плазме.
13. Пылевая плазма.
14. Электромагнитное излучение плазмы.

### **1.3.13 Электрофизика, электрофизические установки (технические науки)**

#### **Направления исследований:**

1. Разработка и создание технической и элементной базы источников высоковольтных и сверхкоротких импульсов, систем электропитания, управления и контроля параметров электрофизических комплексов, включая электроразрядные процессы, коммутацию больших импульсных токов, нагрев и взрывы проводников.

2. Разработка и создание генераторов мощных высоковольтных импульсов и систем регистрации быстропротекающих электрофизических процессов.
3. Разработка и создание электрофизических установок для получения сильных и сверхсильных электромагнитных полей на базе сверхпроводящих магнитных систем, соленоидов, магнитной кумуляции и других методов.
4. Разработка и создание электрофизических установок для генерации мощных импульсов электромагнитного излучения на основе сильноточных, в том числе и релятивистских электронных пучков, а также для ускорения микро- и макрочастиц.
5. Разработка и создание сильноточных импульсных ускорителей мощных электронных и ионных пучков.
6. Разработка и создание импульсных источников излучения, высокотемпературной и низкотемпературной плазмы, систем накачки лазеров, фотоэлектронных устройств.
7. Разработка новых технологических процессов и устройств с использованием, электроразрядных, пучковых, плазменных, фотоэлектронных и электромагнитных, в том числе лазерных, методов и подходов.
8. Разработка и создание вакуумных систем и их элементов для крупных электрофизических комплексов, методы расчета их параметров.
9. Разработка технологий экологической и электромагнитной совместимости электрофизических установок с биологическими, физическими, химическими и информационными объектами и устройствами.

### **1.3.13 Электрофизика, электрофизические установки (физико-математические науки)**

#### **Направления исследований:**

1. Исследования в области энергетики мощных высоковольтных импульсов, включая процессы накопления и коммутации энергии индуктивного, емкостного, инерционного, высокочастотного, взрывомагнитного и других типов.
2. Изучение физических закономерностей инициирования, развития и стабильного горения электрического разряда в вакууме, газообразных, жидких, твердых и комбинированных средах. Исследование электродных и приэлектродных явлений в электрических разрядах, а также процессов формирования в сильноточных импульсных разрядах неустойчивостей и ударных волн.
3. Исследования процессов получения и диагностики плотной высокотемпературной и низкотемпературной плазмы, ускорения плазмы, электрогазодинамического ускорения тел, получение и транспортировка релятивистских электронных пучков.
4. Исследования физических основ получения сильных и сверхсильных магнитных полей с использованием сверхпроводящих магнитных систем, соленоидов, магнитной кумуляции и других методов.
5. Изучение процессов при движении микро- и макро заряженных частиц в электрическом поле, создание ускорителей микро- и макрочастиц частиц для научных и прикладных целей.

6. Исследования по проблемам экологической и электромагнитной совместимости электрофизических установок с биологическими, физическими, химическими и информационными объектами.
7. Исследование физических процессов высоковакуумной откачки электрофизических комплексов. Элементы вакуумных систем крупных электрофизических комплексов, методы расчета их параметров.
8. Исследование электрофизических, электромагнитных и радиационных явлений и процессов в различных средах для решения практических задач промышленного производства.
9. Исследование явлений, связанных с разделением заряда и переносом ионов под действием электрического поля, в жидких, твёрдых, газообразных диэлектриках и многофазных средах. Развитие математических и численных моделей соответствующих процессов.

### **1.3.15 Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий (технические науки)**

#### **Направления исследований:**

1. Разработка и реализация новых технических методов детектирования ядерных процессов, регистрации частиц высоких энергий.
2. Конструирование и создание новых экспериментальных установок и аппаратуры для исследований по ядерной физике и физике космических лучей, физике высоких энергий, разработка новых ускорительных установок.
3. Создание инфраструктуры больших экспериментальных установок для производства, испытаний и эксплуатации детекторов установки.
4. Создание экспериментальной базы для неускорительных и космофизических исследований.
5. Создание и ввод в эксплуатацию подкритических систем, в том числе для получения энергии, импульсной генерации нейтронов, радиационного материаловедения и трансмутации, инерционного термоядерного синтеза.

### **1.3.15 Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий (физико-математические науки)**

#### **Направления исследований:**

1. Структура атомных ядер – эксперимент и теория.
2. Ядерные реакции и распады, в том числе синтез сверхтяжёлых элементов – эксперимент и теория.
3. Деление атомных ядер – эксперимент и теория.
4. Техника и методика эксперимента в области физики атомных ядер и элементарных частиц и физики высоких энергий.
5. Теория малочастичных систем.
6. Нейtronная физика, в том числе реакции, индуцированные нейтронами, включая деление, свойства свободного нейтрона и характеристики его распада, ультрахолодные нейтроны – эксперимент и теория.
7. Мезоатомная и мезомолекулярная физика, физика мюонного катализа.

8. Ядерная астрофизика и космофизика, в том числе нуклеосинтез, генерация нейтрино, ядерно-физические аспекты эволюции звёзд, нейтронные звёзды, космические лучи, скрытое вещество во Вселенной – эксперимент и теория.
9. Структура и распадные свойства адронов, лептонов и других элементарных частиц – эксперимент и теория.
10. Электрослабые взаимодействия в реакциях и распадах, нейтринная физика, проявление фундаментальных симметрий в ядерных процессах – эксперимент и теория.
11. Ядро-ядерные столкновения, свойства сильно взаимодействующей материи – эксперимент и теория.
12. Неускорительные эксперименты по исследованию электрослабых взаимодействий, поиску взаимодействий частиц и их теоретическая интерпретация.
13. Методы обработки и анализа экспериментальных данных в области физики атомных ядер и элементарных частиц и физики высоких энергий.

### **1.3.17 Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества (технические науки)**

#### **Направления исследований:**

1. Поведение веществ и структурно-фазовые переходы в экстремальных условиях – в электрических и магнитных полях, в условиях статического и динамического сжатия, в полях лазерного излучения, в плазме и в гравитационных полях, при сверхнизких температурах и в других условиях.
2. Экспериментальные методы исследования химической, энергетической и спиновой динамики.
3. Строение, структура и реакционная способность интермедиатов химических реакций; химические механизмы и физика каталитических процессов; динамика, структура и спектроскопия каталитически активных поверхностей.
4. Закономерности и механизмы распространения, структура, параметры и устойчивость волн горения, детонации, взрывных и ударных волн; связь химической и физической природы веществ и систем с их термохимическими параметрами, характеристиками термического разложения, горения, взрывчатого превращения; термодинамика, термохимия и макрокинетика процессов горения и взрывчатого превращения;
5. Процессы аналоги горения, детонации и взрыва; взаимодействие волн горения и взрывчатого превращения со средой, объектами и веществами; явления, порождаемые горением и взрывчатым превращением; процессы горения и взрывчатого превращения в устройствах и аппаратах для производства энергии, работы, получения веществ и продуктов; управление процессами горения и взрывчатого превращения;
6. Вопросы пожаро- и взрывобезопасности веществ, материалов, процессов.

### **1.3.17 Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества (физико-математические науки)**

#### **Направления исследований:**

1. Атомно-молекулярная структура химических частиц и веществ, механизмы химического превращения, молекулярная, энергетическая, химическая и спиновая динамика элементарных процессов, физика и физические теории химических реакций и экспериментальные методы исследования химической структуры и динамики химических превращений.
2. Пространственное и электронное строение, атомно-молекулярные параметры изолированных атомов, ионов, молекул; структура и свойства вандерваальсовых молекул, комплексов, ритберговских молекул, кластеров, ассоциатов, пленок, адсорбционных слоев, интеркалятов, межфазных границ, мицелл, дефектов; структура и свойства кристаллов, аморфных тел, жидкостей; поведение веществ и структурно-фазовые переходы в экстремальных условиях – в электрических и магнитных полях, в условиях статического и динамического сжатия, в полях лазерного излучения, в плазме и в гравитационных полях, при сверхнизких температурах и в других условиях.
3. Молекулярная динамика, межмолекулярные потенциалы и молекулярная организация веществ; компьютерная молекулярная динамика как метод диагностики структуры и динамики веществ; динамические теории в описании упругости, релаксации, пластической деформации, теплопроводности, реологии; динамика фазовых переходов.
4. Энергетическая динамика и селективное заселение электронных, колебательных и вращательных состояний; обмен и передача энергии между различными состояниями внутри молекулы и межмолекулярный энергетический обмен; релаксация внутренней энергии в кинетическую и в энергию решетки; особенности энергетической динамики в газах, кластерах, жидкостях, твердых телах и межфазных границах; энергетика химических реакций и механизмы запасания энергии в молекулах.
5. Поверхности потенциальной энергии химических реакций и квантовые методы их расчета; динамика движения реагентов на потенциальной поверхности; методы динамических траекторий и статические теории реакций; туннельные эффекты в химической динамике; превращение энергии в элементарных процессах и химические лазеры; химические механизмы реакций и управление реакционной способностью; когерентные процессы в химии, когерентная химия – квантовая и классическая; спиновая динамика и спиновая химия; фемтохимия; спектроскопия и химия одиночных молекул и кластеров; экспериментальные методы исследования химической, энергетической и спиновой динамики.
6. Строение, структура и реакционная способность интермедиатов химических реакций; химические механизмы и физика каталитических процессов; динамика, структура и спектроскопия каталитически активных поверхностей.
7. Закономерности и механизмы распространения, структура, параметры и устойчивость волн горения, детонации, взрывных и ударных волн; связь химической и физической природы веществ и систем с их термохимическими

параметрами, характеристиками термического разложения, горения, взрывчатого превращения; термодинамика, термохимия и макрокинетика процессов горения и взрывчатого превращения;

8. Процессы аналоги горения, детонации и взрыва; взаимодействие волн горения и взрывчатого превращения со средой, объектами и веществами; явления, порождаемые горением и взрывчатым превращением; процессы горения и взрывчатого превращения в устройствах и аппаратах для производства энергии, работы, получения веществ и продуктов; управление процессами горения и взрывчатого превращения.

### **1.3.18 Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника (технические науки)**

#### **Направления исследований:**

1. Разработка и создание ускорителей, накопителей и коллайдеров заряженных частиц.
2. Разработка ускоряющих элементов ускорителя (накопителя) и их систем питания.
3. Разработка источников заряженных частиц, систем инжекции, вывода и транспортировки пучков заряженных частиц.
4. Разработка элементов магнитной оптики и их систем питания.
5. Разработка систем диагностики пучков заряженных частиц и управления пучками с помощью систем обратной связи.
6. Разработка и создание систем управления ускорительным комплексом.
7. Разработка систем получения, измерения и поддержания вакуума в ускорителях и накопителях.
8. Разработка систем фокусировки, формирования и охлаждения пучков.
9. Прикладные использования ускоренных пучков, получение вторичных пучков.
10. Разработка систем радиационной защиты ускорительного комплекса и криогенных элементов оборудования ускорителей.

### **1.3.18 Физика пучков заряженных частиц и ускорительная техника (физико-математические науки)**

#### **Направления исследований:**

1. Получение пучков заряженных частиц, расчетно-теоретические и экспериментальные исследования параметров пучков.
2. Расчетно-теоретические аспекты формирования и транспортировки пучков заряженных частиц, создания ускорителей, накопителей, коллайдеров, систем охлаждения пучков тяжелых заряженных частиц.
3. Исследования и расчеты динамики пучков заряженных частиц в линейных и кольцевых (циклических) ускорителях.
4. Формирование и исследование магнитных и электрических полей, необходимых для ускорения и удержания пучков заряженных частиц.
5. Расчетно-теоретические и экспериментальные исследования излучений, создаваемых ускоренными пучками заряженных частиц.

6. Теоретические и экспериментальные исследования электрической прочности систем формирования и ускорения пучков заряженных частиц.
7. Расчетно-теоретические и экспериментальные исследования взаимодействий пучков заряженных частиц с электромагнитными полями, друг с другом, с молекулами остаточного газа и мишенями.
8. Расчеты и измерения радиационных полей, возникающих в процессе потерь ускоренных пучков заряженных частиц на конструктивных и технологических элементах ускорителя.

### **1.3.19 Лазерная физика (физико-математические науки)**

#### **Направления исследований:**

1. Лазеры и лазерная оптика; новые лазерные среды и новые лазерные источники; лазерные системы.
2. Взаимодействие лазерного излучения с веществом; лазерная плазма; лазерные установки и в том числе со сверхсильными световыми полями; генерация и ускорение заряженных частиц; генерация наночастиц и модификация поверхности, создание на этой основе датчиков и устройств.
3. Нелинейная оптика; генерация гармоник и суперконтинума; вынужденные рассеяния; нелинейно-оптические материалы; фотонные кристаллы и устройства.
4. Оптические материалы и устройства; голограмма; интегральная оптика; микроскопия; оптические сенсоры, измерения и метрология; плазмоника и оптика поверхности; физическая оптика.
5. Медицинская оптика и биотехнологии.
6. Оптика сверхбыстрых процессов.
7. Лазерная спектроскопия и стандарты частоты; охлаждение атомов и молекул.
8. Оптическая обработка информации; фурье-оптика; обработка сигналов; волоконная оптика и оптическая связь; оптоэлектроника; обработка изображений.
9. Квантовая оптика, квантовая информатика, квантовая связь и квантовые вычисления. Структурированные световые потоки и сжатый свет; генераторы и приёмники единичных фотонов; использование квантовых свойств света для создания устройств; квантовая теория лазерных систем.

### **1.3.19 Лазерная физика (технические науки)**

#### **Направления исследований:**

1. Технологии создания новых лазерных сред; технические и конструктивные особенности новых лазерных источников и лазерных систем.
2. Взаимодействие лазерного излучения с веществом; технические особенности лазерных установок и в том числе со сверхсильными световыми полями для генерации лазерной плазмы, ускорения заряженных частиц; техника генерации наночастиц и модификации поверхности, создание на этой основе датчиков и устройств.

3. Нелинейная оптика; технология создания нелинейно-оптических материалов, фотонных кристаллов и устройств на их основе, включая вынужденные рассеяния.
4. Технические и технологические вопросы создания оптических материалов и устройств: голограмма; интегральная оптика; микроскопия; оптические сенсоры, измерения и метрология; плазмоника и оптика поверхности; физическая оптика.
5. Технические вопросы медицинской оптики и биотехнологии.
6. Разработка аппаратуры для исследования оптики сверхбыстрых процессов.
7. Лазерная спектроскопия и стандарты частоты; охлаждение атомов и молекул (технические и технологические вопросы).
8. Разработка технологической базы для оптической обработки информации: фурье-оптика; обработка сигналов; волоконная оптика и оптическая связь; оптоэлектроника; обработка изображений.
9. Техника получения структурированных световых потоков и сжатого света; технические вопросы по созданию генераторов и приёмников единичных фотонов и использование квантовых свойств света для создания устройств.