

### **Паспорт области науки «Физика»**

Физика занимается исследованием явлений природы и человеческого общества физическими методами, которые включают в себя экспериментальные исследования, компьютерное моделирование и теоретический анализ, в результате которых возникает физическая картина мира, призванная объяснять наблюдаемые явления и предсказывать новые явления, что является фундаментальной основой для развития современных технологий.

Физика включает в себя следующие области исследований: Механика жидкости, газа и плазмы; Физика космоса, астрономия; Теоретическая физика; Радиофизика; Оптика; Физика конденсированного состояния; Физика плазмы; Физика низких температур; Физика полупроводников; Физика магнитных явлений; Атомная и молекулярная физика; Физика атомных ядер и элементарных частиц, физика высоких энергий; Химическая физика, горение и взрыв, физика экстремальных состояний вещества; Кристаллография, физика кристаллов; Лазерная физика; Биофизика.

#### **Механика жидкости, газа и плазмы**

Механика жидкости, газа и плазмы – область естественных наук, изучающая на основе идей и подходов кинетической теории и механики сплошной среды процессы и явления, сопровождающие течения однородных и многофазных сред при механических, тепловых, электромагнитных и прочих воздействиях, а также происходящие при взаимодействии текучих сред с движущимися или неподвижными телами. Задачей механики жидкости, газа и плазмы является построение и исследование математических моделей для описания параметров потоков движущихся сред в широком диапазоне условий, проведение экспериментальных исследований течений и их взаимодействия с телами и интерпретация экспериментальных данных с целью прогнозирования и контроля природных явлений и технологических процессов, включающих движения текучих сред, а также разработки перспективных космических, летательных и плавательных аппаратов.

Области исследований:

1. Реологические законы поведения текучих однородных и многофазных сред при механических и других воздействиях.
2. Гидравлические модели и приближенные методы расчетов течений в водоемах, технологических устройствах и энергетических установках.
3. Ламинарные и турбулентные течения.
4. Течения сжимаемых сред и ударные волны.
5. Динамика разреженных газов и молекулярная газодинамика.
6. Течения многофазных сред (газожидкостные потоки, пузырьковые среды, газовзвеси, аэрозоли, суспензии и эмульсии).
7. Фильтрация жидкостей и газов в пористых средах.
8. Физико-химическая гидромеханика (течения с химическими реакциями, горением, детонацией, фазовыми переходами, при наличии излучения и др.).
9. Аэродинамика и теплообмен летательных аппаратов.
10. Гидромеханика плавающих тел.
11. Пограничные слои, слои смещения, течения в следе.

12. Струйные течения. Кавитация в капельных жидкостях.
13. Гидродинамическая устойчивость.
14. Линейные и нелинейные волны в жидкостях и газах.
15. Тепломассоперенос в газах и жидкостях.
16. Гидромеханика сред, взаимодействующих с электромагнитным полем. Динамика плазмы.
17. Экспериментальные методы исследования динамических процессов в жидкостях и газах.
18. Аналитические, асимптотические и численные методы исследования уравнений кинетических и континуальных моделей однородных и многофазных сред (конечно-разностные, спектральные, методы конечного объема, методы прямого моделирования и др.).
19. Гидродинамические модели природных процессов и экосистем.

### **Физика космоса, астрономия**

Область исследований Физика космоса, астрономия включает в себя следующие научные направления: Астрофизика и звездная астрономия, Физика Солнца, Планетные исследования.

Астрофизика и звездная астрономия – область науки, относящаяся к исследованию: физических процессов, происходящих на космических объектах и в космических средах; происхождения, движения и эволюции космических объектов и их систем, включая эволюцию Вселенной как целого; а также к созданию и использованию новых приборов, методов наблюдений и их интерпретаций, связанных с перечисленными выше направлениями исследований.

Целью работ по специальности «Астрофизика и звездная астрономия» является создание и совершенствование физической картины мира, раскрытие природы наблюдаемых процессов и явлений в космическом пространстве и на космических объектах, использование получаемой информации для развития других научных специальностей и прежде всего фундаментальных направлений физики и смежных направлений астрономии.

Практическое и прикладное значение специальности «Астрофизика и звездная астрономия» заключается:

- в развитии научных взглядов на природу окружающего мира, в формировании научного мировоззрения общества;
- в исследовании вещества в экстремальных состояниях (по плотности, температуре, степени намагниченности и другим физическим параметрам), недоступных для экспериментальной физики; в обеспечении научного фундамента космических исследований и практического использования их результатов в народно-хозяйственных целях;
- в исследовании космических факторов, влияющих на живую и неживую природу на Земле, в том числе факторов, определяющих краткосрочные и долгосрочные вариации климатических условий и широкий спектр солнечно- земных связей;
- в исследовании космических процессов, приводящих к формированию планет и зарождению и развитию жизни во Вселенной;
- в развитии экспериментальных технологий регистрации и анализа электромагнитного излучения в различных спектральных диапазонах.

Области исследований:

1. Исследование физических процессов, связанных с генерацией излучения (электромагнитного, нейтринного, гравитационного), распространения и поглощения излучения в космических средах; разработка методов анализа электромагнитного излучения в различных спектральных диапазонах в применении к астрономическим наблюдениям.
2. Исследования физических свойств космических объектов (планет, звезд, галактик и их систем) межпланетной, околозвездной, межзвездной и межгалактической среды,

базирующиеся на астрономических наблюдениях.

3. Изучение происхождения, движения и эволюции космических объектов на базе фундаментальных физических теорий и астрономических наблюдений.

4. Исследование крупномасштабной структуры и космологической эволюции Вселенной как целого, включая ранние стадии ее расширения, объяснение происхождения галактик, звезд, планет и их систем.

5. Исследование космических факторов, определяющих условия образования и существования жизни на Земле и других планетах.

Физика Солнца – область науки, занимающаяся теоретическими и экспериментальными исследованиями Солнца и его активности, солнечного ветра и гелиосферы, солнечно-земных связей. Практическое и прикладное значение специальности «Физика Солнца» заключается в углублении научной базы для понимания происхождения и эволюции Солнца и солнечной системы; в использовании Солнца как ближайшей звезды-лаборатории для изучения физических процессов, происходящих на удаленных звездах и в космической плазме; в установлении солнечно-земных связей для различных оболочек Земли и природных явлений, климата и среды обитания человека, сфер человеческой деятельности, биоты и самого человека.

Области исследований:

1. Внутреннее строение Солнца и физические процессы, происходящие в недрах Солнца.
2. Солнечная активность и циклы солнечной активности на различных временных масштабах.
3. Структура и динамика солнечной атмосферы (конвективная зона, фотосфера, хромосфера, корона).
4. Образования в солнечной атмосфере (активные области, пятна, протуберанцы и т.д.).
5. Магнитные поля и активные явления (вспышки, выбросы и т.д.).
6. Солнечные излучения всех диапазонов – от радиоизлучения до гамма- и нейтринного излучения.
7. Солнечные космические лучи.
8. Солнечный ветер и гелиосфера.
9. Солнечно-земная физика и солнечно-земные связи.
10. Научные приборы и комплексы, экспериментальные методы и алгоритмы обработки данных для перечисленных выше областей исследований.

Планетные исследования включают экспериментальные и теоретические исследования строения атмосфер, поверхности и недр тел Солнечной системы, их происхождения, эволюции, физических и физико-химических процессов в атмосферах и недрах тел Солнечной системы, геологических процессов на их поверхности, их взаимодействия с солнечным ветром, разработку методов исследований и создание приборов для их проведения. К изучаемым объектам Солнечной системы относятся большие планеты, астероиды, спутники планет, кометы, метеорные тела, межпланетное пылевое вещество. Исследования тел, входящих в состав планетных систем около звезд («экзопланет»), также относятся к данной специальности. Планетные исследования имеют междисциплинарный характер, они находятся на стыке нескольких наук – астрономии, геофизики, геологии, геохимии. Значение планетных исследований состоит в расширении теоретической базы для понимания характеристик нашей собственной планеты, ее происхождения, эволюции в прошлом, для прогноза ее будущего. Проблема происхождения и эволюции Солнечной системы является одной из важнейших в системе знаний о Вселенной. В отдаленном будущем ожидается практический выход: исследование природных ресурсов тел Солнечной системы, создание базы данных для разработки средств защиты от космических катастроф.

Области исследований:

1. Экспериментальные исследования (включая измерения на космических аппаратах и наземные наблюдения при помощи телескопов) химического состава, вертикального строения, аэрозольной компоненты и динамики атмосфер планет, их спутников и комет. Теоретические исследования физических и физико-химических процессов в планетных атмосферах, динамики планетных атмосфер, взаимодействия атмосфер с поверхностью, процессов их образования и эволюции. Разработка моделей атмосфер планет, их спутников и комет.
2. Разработка методов и проведение геофизического зондирования недр планет, их спутников, комет и астероидов. Теоретические исследования внутреннего строения планет, их спутников, кометных ядер и астероидов. Разработка моделей внутреннего строения планет и спутников.
3. Экспериментальные исследования строения поверхности тел Солнечной системы, физических характеристик, химического и минерального состава поверхностного слоя. Теоретические исследования геологических и геохимических процессов на поверхности тел Солнечной системы, разработка моделей эволюции поверхности планетных тел.
4. Экспериментальные и теоретические исследования магнитных полей планет, планетных магнитосфер, взаимодействия тел Солнечной системы с солнечным ветром.
5. Теоретические исследования в области планетной космогонии (проблемы происхождения и эволюции Солнечной системы, а также внесолнечных планетных систем).

### **Теоретическая физика**

Теоретическая физика – область физики, занимающаяся математической формулировкой закономерностей физических явлений, наблюдаемых экспериментально. Теоретическая физика является единой наукой, внутренние связи в которой устанавливаются путем аналитических вычислений или численных расчетов и сравнением с экспериментальными данными. Ее фактическое содержание связано со всем историческим развитием физики. Целью исследований в области теоретической физики является наиболее полное описание фундаментальных физических законов.

Области исследований:

1. Теория конденсированного состояния классических и квантовых, макроскопических и микроскопических систем. Изучение различных состояний вещества и физических явлений в них. Статистическая физика и кинетическая теория равновесных и неравновесных систем.
2. Общая теория относительности и релятивистская астрофизика. Физические свойства материи и пространства-времени во Вселенной. Классическая и квантовая космология и гравитация.
3. Теория фундаментальных взаимодействий и квантовая теория поля. Изучение явлений на малых масштабах и при больших энергиях. Разработка математических методов теории поля.
4. Общие вопросы квантовой механики: основы, теория измерений, общая теория рассеяния. Квантовая теория физических явлений в ядрах, атомах и молекулах.
5. Разработка теории мезоскопических систем. Квантовая теория информации и квантовые вычисления.
6. Развитие теории и исследования общих свойств и закономерностей нелинейной динамики сильно неравновесных систем. Разработка теории хаоса и турбулентности.

### **Радиофизика**

Радиофизика – раздел физики, занимающийся изучением общих закономерностей генерации, передачи, приема, регистрации и анализа колебаний и волн различной физической природы и разных частотных диапазонов, а также их применением в фундаментальных и

прикладных исследованиях. Общность изучаемых радиофизических закономерностей излучения, распространения, взаимодействия и трансформации колебаний и волн в различных средах, в том числе в неоднородных, нелинейных и нестационарных, позволяет включить радиофизические методы как универсальное средство исследования окружающей среды на самых различных уровнях: от микромира до космического пространства.

Области исследований:

1. Разработка физических основ генерации, усиления и преобразования колебаний и волн различной природы (электромагнитных, акустических, плазменных, механических), а также автоволн в неравновесных химических и биологических системах. Поиски путей создания высокоэффективных источников когерентного излучения миллиметрового, субмиллиметрового и оптического диапазонов, техническое освоение новых диапазонов частот и мощностей.
2. Изучение линейных и нелинейных процессов излучения, распространения, дифракции, рассеяния, взаимодействия и трансформации волн в естественных и искусственных средах.
3. Разработка, исследование и создание новых электродинамических систем и устройств формирования и передачи радиосигналов: резонаторов, волноводов, фильтров и антенных систем в радио, оптическом и ИК – диапазоне.
4. Исследование флуктуаций, шумов, случайных процессов и полей в сосредоточенных и распределенных стохастических системах (статистическая радиофизика). Создание новых методов анализа и статистической обработки сигналов в условиях помех. Разработка статистических основ передачи информации. Исследование нелинейной динамики, пространственно-временного хаоса и самоорганизации в неравновесных физических, биологических, химических и экономических системах.
5. Разработка научных основ и принципов активной и пассивной дистанционной диагностики окружающей среды, основанных на современных методах решения обратных задач. Создание систем дистанционного мониторинга гео-, гидросферы, ионосферы, магнитосферы и атмосферы. Радиоастрономические исследования ближнего и дальнего космического пространства.
6. Разработка физических основ и создание новых волновых технологий модификации и обработки материалов.
7. Разработка теоретических и технических основ новых методов и систем связи, навигационных, активных и пассивных локационных систем, основанных на использовании излучения и приема волновых полей различной физической природы и освоении новых частотных диапазонов.

## **Оптика**

Оптика – область фундаментальной науки и техники, предметом которой является исследование природы света и явлений при его распространении и взаимодействии с веществом. Свет, как электромагнитные волны, рассматривается в области спектра от мягкой рентгеновской до субмиллиметровой. Оптика создает основы новых технологий регистрации и обработки изображений, передачи информации и энергии, диагностики природных и техногенных объектов и процессов, изучения фундаментальных свойств материи.

Области исследований:

1. Волновая (физическая) оптика. Интерференция, дифракция, поляризация, когерентность света. Формирование световых пучков. Оптика анизотропных, движущихся и нестационарных сред, металлооптика. Формирование и обработка оптических изображений, топография. Оптика световодов.
2. Геометрическая (лучевая) оптика. Распространение и преобразование световых пучков. Новые принципы построения оптических систем и инструментов. Явления на границах сред.

Фотометрия.

3. Молекулярная оптика. Дисперсия, поглощение, рассеяние света. Оптическая активность сред и структур. Оптика сред при внешних воздействиях. Оптические исследования фундаментальных свойств материи.

4. Квантовая природа света. Спонтанные и вынужденные процессы. Статистика фотонов. Оптические методы передачи и обработки информации, физические основы квантовых вычислений.

5. Люминесценция. Излучение и поглощение света изолированными и взаимодействующими атомами и молекулами. Источники света. Физические основы методов и техники спектроскопии. Лазерная спектроскопия, оптические прецизионные измерения и стандарты, спектроскопия одиночных атомов.

6. Действие света. Передача энергии-импульса, динамические процессы при взаимодействии света с веществом, процессы выделения энергии веществом при световом воздействии. Световое управление движением и квантовым состоянием атомов. Фотоэлектрические явления. Фотохимические процессы. Детектирование излучения. Самовоздействие света в среде. Нелинейная оптика. Распространение оптических импульсов сверхвысоких мощностей и сверхмалых длительностей.

### **Физика конденсированного состояния**

Основой специальности является теоретическое и экспериментальное исследование природы кристаллических и аморфных, неорганических и органических веществ в твердом и жидком состояниях и изменение их физических свойств при различных внешних воздействиях.

Области исследований:

1. Теоретическое и экспериментальное изучение физической природы свойств металлов и их сплавов, неорганических и органических соединений, диэлектриков и в том числе материалов световодов как в твердом, так и в аморфном состоянии в зависимости от их химического, изотопного состава, температуры и давления.

2. Теоретическое и экспериментальное исследование физических свойств неупорядоченных неорганических и органических систем, включая классические и квантовые жидкости, стекла различной природы и дисперсные системы.

3. Изучение экспериментального состояния конденсированных веществ (сильное сжатие, ударные воздействия, изменение гравитационных полей, низкие температуры), фазовых переходов в них и их фазовые диаграммы 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. Технические и технологические приложения физики конденсированного состояния.

### **Физика плазмы**

Физика плазмы – область науки, занимающаяся изучением процессов и явлений, протекающих с участием заряженных частиц в ионизированных и проводящих средах, в природе и в лабораторных или промышленных установках. Значение решения задач физики плазмы для развития науки и техники состоит в расширении знаний о фундаментальных

природных закономерностях, в разработке проблемы управляемого термоядерного синтеза, создании новых технологий, приборов и устройств.

Области исследований:

1. Управляемый термоядерный синтез с магнитным и инерциальным удержанием, пинчи 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. Плазменные технологии и устройства.
13. Плазмохимия и реакции в плазме.

### **Физика низких температур**

Физика низких температур – область фундаментальной науки, изучающая физические явления и состояния вещества, характерные для температур, близких к абсолютному нулю. Включает теоретические и экспериментальные исследования структуры и свойств вещества в основном квантовом состоянии и физической природы и характеристик различных элементарных возбуждений, а также квантовых кооперативных явлений, таких как сверхтекучесть, сверхпроводимость, бозе-конденсация, магнитное, зарядовое и другие типы упорядочения.

Области исследований:

1. Квантовые жидкости и кристаллы.
2. Сверхпроводящие системы, включая высокотемпературные сверхпроводники.
3. Квантовые газы, бозе-эйнштейновские конденсаты.
4. Сильно коррелированные электронные и фононные системы.
5. Низкотемпературный магнетизм: магнитные структуры, фазовые переходы, магнитный резонанс.
6. Низкоразмерные квантовые системы и системы с беспорядком.
7. Мезоскопические системы.
8. Исследование механических, электрических, магнитных, оптических, тепловых и других физических свойств вещества при низких температурах.
9. Разработка методов получения и измерения низких и ультранизких температур.

### **Физика полупроводников**

Физика полупроводников – область фундаментальной и прикладной науки и техники, включающая экспериментальные и теоретические исследования физических свойств полупроводниковых материалов и композитных структур на их основе (включая гетероструктуры, МОП структуры и барьеры Шоттки), а также происходящих в них физических явлений, разработку и исследование технологических процессов получения полупроводниковых материалов и композитных структур на их основе, создание оригинальных полупроводниковых приборов и интегральных устройств. Значение научных и технических проблем для народного хозяйства, решаемых в рамках специальности, состоит в развитии физических принципов работы, технологий изготовления и реализации электронных и оптоэлектронных полупроводниковых приборов и интегральных устройств, используемых практически во всех областях человеческой деятельности.

Области исследований:

1. Физические основы технологических методов получения полупроводниковых материалов, композитных структур, структур пониженной размерности и полупроводниковых приборов и интегральных устройств на их основе.
2. Структурные и морфологические свойства полупроводниковых материалов и композитных структур на их основе.
3. Примеси и дефекты в полупроводниках и композитных структурах.
4. Поверхность и граница раздела полупроводников, полупроводниковые гетероструктуры, контактные явления.
5. Электронные спектры полупроводниковых материалов и композиционных соединений на их основе.
6. Электронный транспорт в полупроводниках и композиционных полупроводниковых структурах.
7. Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниках и в композиционных полупроводниковых структурах.
8. Спонтанная и стимулированная люминесценция в полупроводниковых материалах и композитных структурах, полупроводниковые лазеры и светоизлучающие устройства.
9. Неравновесные явления в полупроводниках и структурах. Электронная плазма.
10. Акустические и механические свойства полупроводников и композиционных полупроводниковых структур.
11. Динамика кристаллической решетки. Электрон-фононное взаимодействие.
12. Многочастичные взаимодействия в полупроводниках и композитных структурах.
13. Транспортные и оптические явления в структурах пониженной размерности.
14. Мезоскопические явления в полупроводниках и композитных структурах.
15. Некристаллические полупроводники. Органические полупроводники.
16. Магнитные полупроводники.
17. Моделирование свойств и физических явлений в полупроводниках и структурах, технологических процессов и полупроводниковых приборов.
18. Разработка физических принципов работы и создание приборов на базе полупроводниковых материалов и композиционных полупроводниковых структур.
19. Разработка методов исследования полупроводников и композитных полупроводниковых структур.

### **Физика магнитных явлений**

Физика магнитных явлений – область науки, занимающаяся изучением:

взаимодействий веществ и их структурных элементов (атомов, их ядер, молекул, ионов, электронов), обладающих магнитным моментом, между собой или с внешними магнитными полями; явлений, обусловленных этими взаимодействиями, а также разработкой материалов с заданными магнитными свойствами, приборов и устройств, базирующихся на использовании магнитных материалов и явлений.

Области исследований:

1. Разработка теоретических моделей, объясняющих взаимосвязь магнитных свойств веществ с их электронной и атомной структурой, природу их магнитного состояния, характер атомной и доменной магнитных структур, изменение магнитного состояния и магнитных свойств под влиянием различных внешних воздействий.
2. Экспериментальные исследования магнитных свойств и состояний веществ различными методами, установление взаимосвязи этих свойств и состояний с химическим составом и структурным состоянием, выявление закономерностей их изменения под влиянием различных внешних воздействий.
3. Исследование изменений различных физических свойств вещества, связанных с изменением их магнитных состояний и магнитных свойств.
4. Исследование явлений, связанных с взаимодействием различного рода электромагнитных излучений и потоков элементарных частиц с магнитными моментами вещества или его структурных составляющих: атомов, атомных ядер, электронов (парамагнитный, ферромагнитный, ядерный магнитный, ядерный гамма резонансы и др).
5. Разработка различных магнитных материалов, технологических приемов, направленных на улучшение их характеристик, приборов и устройств, основанных на использовании магнитных явлений и материалов.

### **Атомная и молекулярная физика**

Атомная и молекулярная физика – область фундаментальной и прикладной науки и техники, изучающая внутреннее строение и физические свойства атомов, молекул и их более сложных объединений (кластеров), включая их возбужденные, ионизированные, эксимерные и другие слабосвязанные формы как индивидуальных микроскопических субъединиц материи, а также физические явления при низкоэнергетических (не затрагивающих целостность атомных ядер) элементарных актах взаимодействия этих объектов между собой и с элементарными частицами (главным образом электронами, протонами и фотонами) и воздействию электрических и магнитных полей. Данная область включает как исследование фундаментальных физических явлений, так и разработку технологических процессов получения таких объектов, а также создание оригинальных приборов и интегральных устройств на их основе.

Области исследований:

1. Взаимодействие атомов и молекул с электромагнитными полями, в том числе сильными, фотоионизационная плазма в плазмохимических реакторах.
2. Приборы и устройства для генерации высоких гармоник лазерного излучения. Физика аттосекундных импульсов.
3. Приборы и устройства на искусственных атомах и молекулах.
4. Приборы и устройства, основанные на квантовых закономерностях атомной и молекулярной физики на макроуровне и микроскопических квантовых эффектах.
5. Квантовая криптография. Квантовые компьютеры.
6. Кинетические процессы в неравновесной лазерной плазме.
7. Столкновения электронов и фотонов с атомами и молекулами. Элементарные процессы в газоразрядной плазме.

8. Взаимодействие газоразрядной плазмы с поверхностями твердых тел.
9. Физика поверхности. Двумерные квантовые системы. Графен. Топологические изоляторы.
10. Физико-химические процессы в плазме газового разряда. Плазмохимия.
11. Лазерная фемтохимия.
12. Структуры на квантовых точках, одиночных атомах и молекулах, технология, проектирование, экспериментальное и теоретическое исследование.
13. Приборы и устройства на одиночных атомах и молекулах.

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

Физика атомных ядер – область фундаментальной науки и техники, включающая экспериментальные и теоретические исследования, посвященные изучению структуры и свойств атомных ядер, ядерным реакциям, взаимодействию ядер с пучками элементарных частиц при низких, промежуточных и высоких энергиях, а также выяснению роли ядерных взаимодействий в астрофизических явлениях. Значение научных и технических проблем данной специальности состоит в изучении фундаментальных основ строения вещества и развитии приложений ядерной физики в народном хозяйстве. Физика высоких энергий – область фундаментальной науки и техники, обеспечивающей данную область исследований, ставящих своей целью изучение строения материи и фундаментальных взаимодействий на сверхмалых расстояниях и роли этих взаимодействий во Вселенной. Включает экспериментальные и теоретические исследования явлений и закономерностей взаимодействия лептонов, фотонов, промежуточных бозонов, адронов и ионов высоких энергий с веществом и космофизические аспекты этих явлений.

Области исследований:

1. Спектроскопия атомных ядер.
2. Нейтронная физика.
3. Релятивистская ядерная физика и физика тяжелых ионов.
4. Слабые и электромагнитные процессы в ядерной физике, ядерная нейтринная физика.
5. Физика деления и ядерного синтеза, в частности, синтеза сверхтяжелых элементов.
6. Теория атомного ядра и ядерных реакций, физика малочастичных систем.
7. Мезоатомная и мезомолекулярная физика, физика мюонного катализа.
8. Ядерная астрофизика, физика сверхновых, происхождение элементов во Вселенной.
9. Физика космических лучей.
10. Создание экспериментальных установок и приборов для исследовательских работ по изучению структуры ядер и взаимодействию ядер с пучками ядер и элементарных частиц.
11. Исследования по физике сильных взаимодействий на ускорителях.
12. Исследования по физике электрослабых взаимодействий на ускорителях.
13. Структура и распадные свойства адронов, лептонов и других элементарных частиц.
14. Спектроскопия адронов.
15. Исследования столкновений легких и тяжелых ионов с ядрами при высокой энергии.
16. Неускорительные эксперименты по исследованию электрослабых взаимодействий, поиску взаимодействий частиц и их теоретическая интерпретация.
17. Исследования по космофизике и ее связей с физикой элементарных частиц.
18. Создание экспериментальных установок для исследований по физике высоких энергий и разработка новых физических методов детектирования частиц.
19. Создание математических методов и систем обработки и анализа экспериментальных ускорительных данных.

Технические науки:

20. Разработка и реализация новых технических методов детектирования ядерных явлений.

21. Конструирование и создание новых экспериментальных установок и аппаратуры для исследований по ядерной физике и физике космических лучей.

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

Химическая физика – раздел науки, пограничный между химией и физикой, имеющий задачей применение теоретических и экспериментальных методов физики для исследования химических проблем как в классической химии, так и в связанных с ней науках. Физика горения и взрыва – раздел химической физики, касающийся теоретических и экспериментальных исследований быстропротекающих химических и физико-химических превращений веществ и систем в процессах термического разложения, горения, взрыва, детонации. Объектами исследований химической физики горения и взрыва являются все виды взрывчатых веществ, порохов, ракетных топлив, пиротехнических и взрывчатых систем, их компоненты, горючие газы, жидкости, синтетические и природные горючие материалы и системы. Значение решения научных и технических проблем химической физики состоит в фундаментальных исследованиях природы, решении обширного круга народно-хозяйственных задач, направленных на укрепление экономического потенциала и оборонной безопасности страны.

Области 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 запасаения 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;

9. Вопросы пожаро- и взрывобезопасности веществ, материалов, процессов.

## **Кристаллография, физика кристаллов**

Кристаллография, физика кристаллов – область знаний о симметрии, структуре, образовании и физических свойствах кристаллов.

Области исследований:

1. Теория симметрии.
2. Атомная и электронная структура кристаллической решетки.
3. Динамика решетки и фазовые переходы.
4. Методы структурного анализа (рентгено-, электроно- и нейтронография, теория и эксперимент).
5. Кристаллохимия.
6. Физика кристаллизации и методы выращивания кристаллов и пленок.
7. Механические свойства кристаллов (упругость, пластическая деформация, теория дислокаций, двойникование, разрушение).
8. Электрические свойства кристаллов (поляризация; пиро-, пьезо- и сегнетоэлектрики; доменная структура и фазовые переходы в сегнетоэлектриках).
9. Оптические свойства кристаллов (двупреломление, интерференция, поглощение и рассеяние света в кристаллах; электро-, пьезо- и магнитооптические свойства кристаллов; нелинейные оптические свойства; лазерные кристаллы).
10. Явления переноса в кристаллах (электро- и теплопроводность; термоэлектрические, гальвано- и термомагнитные эффекты).
11. Структура и свойства реальных кристаллов.
12. Кристаллы полимеров и белков.
13. Жидкие кристаллы.

## **Лазерная физика**

Лазерная физика – раздел физики, охватывающий широкий круг исследований когерентного оптического излучения и его применения в различных областях науки, техники, информатики, медицины, экологии.

Области исследований:

1. Физика взаимодействия когерентного оптического излучения с веществом.
2. Процессы генерации и преобразования когерентного оптического излучения, физические методы управления свойствами и параметрами лазерного излучения, включая разработку источников излучения с неклассическими свойствами. Исследование фундаментальных свойств вещества с помощью когерентного излучения методами нелинейной оптики и лазерной спектроскопии.

3. Лазерные методы и средства изучения живой и неживой природы и определения свойств и характеристик физических, химических и биологических объектов и процессов.
4. Физические аспекты волоконно-оптической связи, интегральной оптики, оптической обработки и передачи информации.
5. Физические и технические основы лазерных технологий и устройств для различных областей науки и техники, включая высокоточные оптические измерения, модификацию и обработку материалов, локацию, лазерную медицину и др.

### **Биофизика**

Биофизика – наука о фундаментальных физических взаимодействиях, лежащих в основе процессов жизнедеятельности. Она возникла на стыке биологии с физикой, химией и прикладными техническими и медицинскими науками. В биофизике широко используются современные физические методы и математический аппарат.

Области исследований:

Молекулярная биофизика: биофизика нуклеиновых кислот; биофизика белка.

Биофизика клетки: биофизика мембран; биофизика ионных каналов; биоэнергетика; биофизика мышечного сокращения.

Биофизика сложных систем: математическая биофизика; экологическая биофизика; радиационная биофизика; медицинская биофизика; техническая биофизика.