

Физика и астрономия

Национальный исследовательский Томский государственный университет

Присваивается степень или квалификация: **исследователь, преподаватель-исследователь**

Язык обучения: **русский, английский**

Форма обучения: **Очная, Заочная**

Продолжительность: **8 640 часов**

Возможность бесплатного обучения: **нет**

Стоимость: **169 200 руб. в год**

Страница программы на сайте вуза: <http://ff.tsu.ru/phd>

Куратор программы: **Коротаев Александр Григорьевич, кандидат физ.-мат. наук, доцент, декан РФФ ТГУ**

Телефон: **+79050890997**

E-mail: kor@mail.tsu.ru

Основная образовательная программа по аспирантуре сформирована в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по направлению подготовки 03.06.01 «Физика и астрономия». Включает 9 профилей:

- Физика конденсированного состояния;
- Астрометрия и небесная механика;
- Теоретическая физика;
- Радиофизика;
- Лазерная физика;
- Физика атмосферы и гидросферы;
- Оптика;
- Физика полупроводников;
- Теплофизика и теоретическая теплотехника.

Область профессиональной деятельности выпускников включает решение проблем, требующих применения фундаментальных знаний в области физики и астрономии.

Объектами профессиональной деятельности выпускника являются: физические системы различного масштаба и уровней организации, процессы их функционирования, физические, инженерно-физические, биофизические, физико-химические, физико-медицинские и природоохранные технологии, физическая экспертиза и мониторинг.

Виды профессиональной деятельности выпускников программы:

- научно-исследовательская деятельность в области физики и астрономии (в соответствии с направленностью подготовки);
- преподавательская деятельность в области физики и астрономии.

Вступительные испытания проходят в форме собеседования по иностранному языку, а также собеседования по специальности, в рамках которого комиссией определяется входящий уровень знаний, опыта и компетенции в изучаемой области. Предпочтение отдается соискателям, способным в ходе обучения анализировать собственный опыт и мотивированно заниматься проектированием собственной профессиональной деятельности.

Специализации в рамках данной программы

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:

- 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.
- Теоретическое и экспериментальное исследование физических свойств неупорядоченных неорганических и органических систем, включая классические и квантовые жидкости, стекла различной природы и дисперсные системы.
- Изучение экспериментального состояния конденсированных веществ (сильное сжатие, ударные воздействия, изменение гравитационных полей, низкие температуры), фазовых переходов в них и их фазовые диаграммы состояния.
- Теоретическое и экспериментальное исследование воздействия различных видов излучений, высокотемпературной плазмы на природу изменений физических свойств конденсированных веществ.
- Разработка математических моделей построения фазовых диаграмм состояния и прогнозирование изменения физических свойств конденсированных веществ в зависимости от внешних условий их нахождения.
- Разработка экспериментальных методов изучения физических свойств и создание физических основ промышленной технологии получения материалов с определенными свойствами.
- Технические и технологические приложения физики конденсированного состояния.

Астрометрия и небесная механика

Астрометрия и небесная механика – область науки, занимающаяся исследованием геометрии и кинематики Вселенной, установлением фундаментальной небесной и земной системы координат, исследованием законов движения небесных тел (включая Землю), а также исследованием динамической эволюции систем небесных тел на различных масштабах времени. К области науки относятся также исследования гравитационных полей и формы небесных тел. Значение специальности для народного хозяйства заключается в создании системы координатно-временного обеспечения для всех отраслей деятельности, в том числе фундамента для навигации на Земле и в космосе, обеспечения прогнозирования движения космических аппаратов, небесных тел, определения параметров вращения Земли.

Области исследований:

- Методы установления фундаментальной системы координат в соответствии с современными представлениями о пространстве-времени и формирование базы объектов, представляющих ее в различных спектральных диапазонах.
- Разработка методов определения положения в пространстве и движения небесных тел. Сюда относятся все методы, основанные на наземных и внеатмосферных астрономических наблюдениях, в том числе с применением радиолокации и лазерной локации. Определение массы, формы и гравитационных полей небесных тел на основе анализа наземных наблюдений и данных, полученных с помощью космических аппаратов.
- Разработка качественных, аналитических и численных методов решения дифференциальных уравнений, описывающих движения и вращения тел под действием всемирного тяготения и других сил как в ньютоновом, так и в релятивистском приближении. Построение теорий движения небесных тел с использованием этих методов.
- Исследование динамической эволюции систем небесных тел на различных масштабах времени.
- Изучение вращения Земли (определение параметров вращения Земли). Сюда относятся классические

астрономические методы, лазерная локация Луны и искусственных спутников Земли и методы радиоинтерферометрии со сверхдлинной базой. Теоретические исследования.

- Разработка методов навигации на Земле и в космосе, включая классические методы и современные глобальные навигационные системы.
- Интерпретация результатов изучения движения небесных тел с целью построения геометрической, кинематической и физической картины мира.

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:

- 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.
- Общая теория относительности и релятивистская астрофизика. Физические свойства материи и пространства-времени во Вселенной. Классическая и квантовая космология и гравитация.
- Теория фундаментальных взаимодействий и квантовая теория поля. Изучение явлений на малых масштабах и при больших энергиях. Разработка математических методов теории поля.
- Общие вопросы квантовой механики: основы, теория измерений, общая теория рассеяния. Квантовая теория физических явлений в ядрах, атомах и молекулах.
- Разработка теории мезоскопических систем. Квантовая теория информации и квантовые вычисления.
- 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:

- 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.
- Изучение линейных и нелинейных процессов излучения, распространения, дифракции, рассеяния, взаимодействия и трансформации волн в естественных и искусственных средах.
- 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.
- 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.

- 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.
- Разработка физических основ и создание новых волновых технологий модификации и обработки материалов.
- 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.

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:

- Физика взаимодействия когерентного оптического излучения с веществом.
- 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.
- Лазерные методы и средства изучения живой и неживой природы и определения свойств и характеристик физических, химических и биологических объектов и процессов.
- Физические аспекты волоконно-оптической связи, интегральной оптики, оптической обработки и передачи информации.
- 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.

Физика атмосферы и гидросферы

Физика атмосферы и гидросферы – область науки, включающая экспериментальное и теоретическое изучение феноменологии и физики процессов, происходящих в земной атмосфере и гидросфере, а также разработку методов прогноза явлений в атмосфере и гидросфере с различной степенью заблаговременности. Кроме того, она включает экспериментальное и теоретическое изучение строения и физики средней и верхней атмосферы Земли от стратосферы до экзосферы, а также ионосферы и магнитосферы, и взаимодействия солнечного ветра с околоземным космическим пространством. Практическое значение проводимых в рамках данной специальности исследований состоит в обеспечении прогнозов явлений в атмосфере и гидросфере (погода и климат), а также верхней атмосфере Земли и околоземном космосе (космическая погода).

Области исследований:

- Строение и физика нижней атмосферы (тропосферы) Земли.
- Долговременные тренды химического состава и физических параметров атмосферы. Физические процессы в атмосферном газе с участием загрязняющих веществ антропогенного происхождения.
- Строение и физика средней атмосферы (стратосфера, мезосфера), верхней атмосферы (термосфера, экзосфера) и ионосферы, включая влияние ионосферы на распространение радиоволн.
- Строение и физика магнитосферы и околоземного космического пространства, включая взаимодействие с солнечным ветром и геомагнитные возмущения.
- Строение и физика океана.

- Строение и физика водоемов суши.
- Воды океанов, морей и водоемов суши.
- Взаимодействие гидросферы, атмосферы и литосферы.
- Внешние силы, действующие на гидросферу и потоки вещества и энергии.
- Физико-химические аспекты антропогенных воздействий на гидросферу.
- Природные ресурсы гидросферы.

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:

- 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.
- Геометрическая (лучевая) оптика. Распространение и преобразование световых пучков. Новые принципы построения оптических систем и инструментов. Явления на границах сред. Фотометрия.
- Молекулярная оптика. Дисперсия, поглощение, рассеяние света. Оптическая активность сред и структур. Оптика сред при внешних воздействиях. Оптические исследования фундаментальных свойств материи.
- Квантовая природа света. Спонтанные и вынужденные процессы. Статистика фотонов. Оптические методы передачи и обработки информации, физические основы квантовых вычислений.
- 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.
- 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 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:

- Физические основы технологических методов получения полупроводниковых материалов, композитных структур, структур пониженной размерности и полупроводниковых приборов и интегральных устройств на их основе.
- Структурные и морфологические свойства полупроводниковых материалов и композитных структур на их основе.

- Примеси и дефекты в полупроводниках и композитных структурах.
- Поверхность и граница раздела полупроводников, полупроводниковые гетероструктуры, контактные явления.
- Электронные спектры полупроводниковых материалов и композиционных соединений на их основе.
- Электронный транспорт в полупроводниках и композиционных полупроводниковых структурах.
- Оптические и фотоэлектрические явления в полупроводниках и в композиционных полупроводниковых структурах.
- Спонтанная и стимулированная люминесценция в полупроводниковых материалах и композитных структурах, полупроводниковые лазеры и светоизлучающие устройства.
- Неравновесные явления в полупроводниках и структурах. Электронная плазма.
- Акустические и механические свойства полупроводников и композиционных полупроводниковых структур.
- Динамика кристаллической решетки. Электрон-фононное взаимодействие.
- Многочастичные взаимодействия в полупроводниках и композитных структурах.
- Транспортные и оптические явления в структурах пониженной размерности.
- Мезоскопические явления в полупроводниках и композитных структурах.
- Некристаллические полупроводники. Органические полупроводники.
- Магнитные полупроводники.
- Моделирование свойств и физических явлений в полупроводниках и структурах, технологических процессов и полупроводниковых приборов.
- Разработка физических принципов работы и создание приборов на базе полупроводниковых материалов и композиционных полупроводниковых структур.
- Разработка методов исследования полупроводников и композитных полупроводниковых структур.

Теплофизика и теоретическая теплотехника

Для физико-математических наук «Теплофизика и теоретическая теплотехника» – область науки, включающая теоретические и экспериментальные исследования свойств веществ в жидком, твердом и газообразном состоянии при наличии всех видов тепло- и массообмена во всем диапазоне температур и давлений, магнитную гидродинамику электропроводных сред, неоднородные аэродисперсные системы, теплофизику низкотемпературной плазмы, теорию подобия теплофизических процессов, теоретическую и техническую термодинамику, теорию фазовых переходов при горении в гетерогенных системах, численное и натурное моделирование теплофизических процессов в природе, технике и эксперименте, расчет и проектирование нового теплотехнического оборудования.

Для технических наук научная специальность, объединяющая исследования по теплофизическим свойствам веществ, термодинамическим процессам, процессам переноса тепла и массы в сплошных и разреженных, однородных и гетерогенных средах. Экспериментальные и теоретические исследования по теплофизике и теоретической теплотехнике имеют целью установление связей между строением веществ и их феноменологическими свойствами, обоснование методов расчета термодинамических и переносных свойств в различном агрегатном состоянии, выявление механизмов переноса массы, импульса и энергии при конвекции, излучении, сложном теплообмене и физико-химических превращениях, обоснование и проверку методов интенсификации тепло- и массообмена и тепловой защиты.

Области исследований:

- Для физико-математических наук:
 - Фундаментальные, теоретические и экспериментальные исследования молекулярных и макросвойств веществ в твердом, жидком и газообразном состоянии для более глубокого понимания явлений, протекающих при тепловых процессах и агрегатных изменениях в физических системах.
 - Исследование и разработка рекомендаций по повышению качества и улучшению теплофизических свойств веществ в жидком, твердом (кристаллическом и аморфном) состояниях для последующего использования в народном хозяйстве.
- Для технических наук:
 - Экспериментальные исследования термодинамических и переносных свойств чистых веществ и их смесей в широкой области параметров состояния.

- Аналитические и численные исследования теплофизических свойств веществ в различных агрегатных состояниях.
- Исследование термодинамических процессов и циклов применительно к установкам производства и преобразования энергии.
- Экспериментальные и теоретические исследования процессов взаимодействия интенсивных потоков энергии с веществом.
- Экспериментальные и теоретические исследования однофазной, свободной и вынужденной конвекции в широком диапазоне свойств теплоносителей, режимных и геометрических параметров теплопередающих поверхностей.
- Экспериментальные исследования, физическое и численное моделирование процессов переноса массы, импульса и энергии в многофазных системах и при фазовых превращениях.
- Экспериментальные и теоретические исследования процессов совместного переноса тепла и массы в бинарных и многокомпонентных смесях веществ, включая химически реагирующие смеси.
- Разработка методов исследования и расчета радиационного теплообмена в прозрачных и поглощающих средах.
- Разработка научных основ и создание методов интенсификации процессов тепло- и массообмена и тепловой защиты.