- способностью владеть методикой разработки математических и физических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов в области микро и наноэлектроники;

- способностью оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследования;

- способностью проектировать микроэлементы и микроустройства, основанные на различных физических принципах действия;

- способностью разрабатывать элементы и устройства фотоники и оптоинформатики на основе существующей элементной базы микро и наноэлектроники.

Освоение данной дисциплины необходимо для проведения научно-исследовательской работы в области нанофотоники.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

базовые концепции физики низкоразмерных электронных систем как междисциплинарной дисциплины, развивающейся на самом передовом рубеже современной физики твердого тела;

основные закономерности взаимодействия электромагнитных полей с низкоразмерными системами;

основные направления практического применения уникальных физических характеристик наноструктур в оптоэлектронике.

уметь:

строить математические модели низкоразмерных электронных систем и анализировать эти модели;

рассчитывать оптические спектры квантово-размерных структур,

адекватно интерпретировать и обобщать полученные результаты.

владеть:

методами оценки параметров реализуемых устройств нанофотоники;

методами проектирования приборов наноэлектроники и нанофотоники.

Правовая охрана интеллектуальной собственности (Блок 1 Вариативная часть (обязательная), 3 зачётных единиц, 108 часов)

Проводится формирование системы представлений на роль интеллектуальной собственности в развитии современного общества. Основное внимание уделяется особенностям правовой охраны объектов патентного права. Наряду с этим рассматриваются вопросы охраны объектов авторского права, секретов производства (ноу-хау), средств индивидуализации. Отдельно акцентируется внимание на правовой охране топологий интегральных микросхем. Обсуждаются принципы отчуждения и предоставления исключительных прав на интеллектуальную собственность, ответственность за нарушение интеллектуальных прав, а также виды споров в области охраны интеллектуальной собственности и порядок их рассмотрения.

Целями освоения дисциплины «Правовая охрана интеллектуальной собственности» являются:

- формирование системы представлений о правовой охране интеллектуальной собственности в Российской Федерации;

- раскрытие порядка возникновения интеллектуальных прав на интеллектуальную собственность в соответствии с четвертой частью Гражданского Кодекса Российской Федерации,

- изложение принципов регулирования взаимоотношений физических и юридических лиц в сфере интеллектуальной собственности.

В результате изучения дисциплины у обучающихся должно сложиться твердое понимание назначения и социальной ценности права интеллектуальной собственности в государстве. Они должны уяснить важнейшую роль интеллектуальной собственности в обращении результатов НИР и ОКР на рынке наукоемкой продукции; роль патентной системы

и права на секрет производства (ноу-хау) в формировании и защите прав интеллектуальной собственности; приобрести навыки работы с патентной информацией и оформления заявок на получение патентов на объекты патентного права.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

- Основы системы правовой охраны интеллектуальной собственности в РФ;
- Процедуру оформления прав на интеллектуальную собственность;
- Ответственность за нарушение прав на интеллектуальную собственность.

уметь:

- Проводить патентные исследования в базах данных патентной информации;
- Осуществлять цикл работ, связанных с подготовкой разделов отчета о патентных исследованиях.

владеть:

- Навыками сопоставительного анализа известных решений и предлагаемого к патентованию объекта патентного права;
- Объемом знаний, необходимых для подготовки исходных материалов заявки на выдачу патента на объект патентного права;
- Объемом знаний, необходимых для составления аналитического отчета о перспективности намеченного к проведению научного исследования (или его этапа), исходя из анализа патентной документации и коммерческой и конъюнктурной информации.

4.3.3 Блок 1, Вариативная часть (курсы по выбору студента)

Английский язык для профессионального общения в области фотоники (Блок 1, Курсы по выбору студента, Курс 1, 4 зачетные единицы, 180 часов)

В курсе излагаются знания об устной и письменной профессиональной коммуникации на иностранном языке; а также формируется умения понимать иноязычную речь в академической и профессиональной среде; использовать лексические, стилистические, жанровые ресурсы английского языка для создания устного и письменного дискурса; свободно читать тексты по специальности; переводить научную литературу с английского на русский язык, и с русского на английский язык; вести беседу на профессиональные темы. В первом разделе «Инновации » магистранты знакомятся с историей инноватики, с целью инновационной деятельности, рассматривают источники нововведений, обсуждают развитие современных технологий, а также обучаются реферированию научного текста. Во втором разделе « Фотоника» магистранты изучают взаимосвязь фотоники с другими науками, историю развития фотоники , обсуждают перспективы развития фотоники и нанотехнологий, обучаются аннотировать научные тексты.. В третьем разделе «Избранное направление профессиональной деятельности» рассматривается процедура исследования, магистрантов обучают методике написания англоязычных статей по теме исследования, а также формируются умения эффективно выступать с докладом на научном мероприятии, выстраивать монолог-описание, монолог-повествование, монолог-рассуждение, используя языковые структуры обобщения, определения, описания процесса и процедуры, сравнения и противопоставления, причины и следствия, наличия примеров, классификации, интерпретации данных

Целями освоения дисциплины Английский язык для профессионального общения в области фотоники являются приобретение магистрантами:

знаний, умений и практических навыков во всех видах речевой деятельности для успешной профессиональной коммуникации на английском языке ;

навыков устного и письменного перевода научных текстов с английского языка на русский , и с русского на английский язык.;

когнитивных и исследовательских умений с использованием ресурсов на иностранном языке;

навыков представлять результаты исследований в формах аннотаций, рефератов, публикаций и публичных обсуждений на английском языке.

В результате освоения дисциплины магистрант должен:

знать:

особенности научного стиля речи на иностранном языке;

тезаурус, используемый в текстах специальной тематики;

основные способы работы над языковым и речевым материалом;

правила написания рефератов, аннотаций, научных статей на английском языке;

основные ресурсы, с помощью которых можно эффективно восполнить имеющиеся пробелы

уметь:

понимать иноязычную речь в академической и профессиональной среде на знакомые темы;

использовать лексические, стилистические и жанровые ресурсы иностранного языка для создания устного и письменного текста;

организовывать последовательность предложений на иностранном языке так, чтобы они представляли собой связный устный или письменный дискурс;

свободно читать тексты по специальности на английском языке;

понимать организацию текстов (введение, основная часть, заключение);

распознавать значение неизвестных слов из контекста;

выстраивать монолог-описание, монолог-повествование, монолог-рассуждение;

использовать языковые структуры обобщения, определения, описания процесса и процедуры, сравнения и противопоставления, причины и следствия, наличия примеров, классификации, интерпретации данных.

владеть навыками

создания англоязычного устного и письменного профессионального дискурса,

поддержания разговора или дискуссии на специальные темы;

выражения личного мнения и подкрепления его аргументами;

публичного сообщения и выступления (доклад/презентация) на научную и профессиональную тему;

перевода научно-популярного и научного текстов;

реферирования и аннотирования специальных текстов.

Английский язык для профессионального общения в области информатики (Блок 1, Курсы по выбору студента, Курс 1, 4 зачетные единицы, 180 часов)

В курсе излагаются знания об устной и письменной профессиональной коммуникации на иностранном языке; а также формируется умения понимать иноязычную речь в академической и профессиональной среде; использовать лексические, стилистические, жанровые ресурсы английского языка для создания устного и письменного дискурса; свободно читать тексты по специальности; переводить научную литературу с английского на русский язык, и с русского на английский язык; вести беседу на профессиональные темы. В первом разделе «Инновации » магистранты знакомятся с историей инноватики, с целью инновационной деятельности, рассматривают источники нововведений, обсуждают развитие современных технологий, а также обучаются реферированию научного текста. Во втором разделе « Информатика» магистранты изучают взаимосвязь информатики с другими науками, историю развития информатики , обсуждают влияние глобальной сети Интернет на развитие общества, а также обучаются аннотировать научные тексты. В третьем разделе «Избранное направление профессиональной деятельности» рассматривается процедура исследования, магистрантов обучают методике написания англоязычных статей по теме исследования, а также формируются умения эффективно выступать с докладом на

научном мероприятии, выстраивать монолог-описание, монолог-повествование, монолог-рассуждение, используя языковые структуры обобщения, определения, описания процесса и процедуры, сравнения и противопоставления, причины и следствия, наличия примеров, классификации, интерпретации данных

Целями освоения дисциплины Английский язык для профессионального общения в области информатики являются приобретение магистрантами:

знаний, умений и практических навыков во всех видах речевой деятельности для успешной профессиональной коммуникации на английском языке ;

навыков устного и письменного перевода научных текстов с английского языка на русский , и с русского на английский язык.;

когнитивных и исследовательских умений с использованием ресурсов на иностранном языке;

навыков представлять результаты исследований в формах аннотаций, рефератов, публикаций и публичных обсуждений на английском языке.

В результате освоения дисциплины магистрант должен:

знать:

особенности научного стиля речи на иностранном языке;

тезаурус, используемый в текстах специальной тематики;

основные способы работы над языковым и речевым материалом;

правила написания рефератов, аннотаций, научных статей на английском языке;

основные ресурсы, с помощью которых можно эффективно восполнить имеющиеся пробелы

уметь:

понимать иноязычную речь в академической и профессиональной среде на знакомые темы;

использовать лексические, стилистические и жанровые ресурсы иностранного языка для создания устного и письменного текста;

организовывать последовательность предложений на иностранном языке так, чтобы они представляли собой связный устный или письменный дискурс;

свободно читать тексты по специальности на английском языке;

понимать организацию текстов (введение, основная часть, заключение);

распознавать значение неизвестных слов из контекста;

выстраивать монолог-описание, монолог-повествование, монолог-рассуждение;

использовать языковые структуры обобщения, определения, описания процесса и процедуры, сравнения и противопоставления, причины и следствия, наличия примеров, классификации, интерпретации данных.

владеть навыками

создания англоязычного устного и письменного профессионального дискурса,

поддержания разговора или дискуссии на специальные темы;

выражения личного мнения и подкрепления его аргументами;

публичного сообщения и выступления (доклад/презентация) на научную и профессиональную тему;

перевода научно-популярного и научного текстов;

реферирования и аннотирования специальных текстов.

Квантовая оптика и фундаментальная спектроскопия (Блок 1 Курсы по выбору студента, Курс 2, 4 зачетных единицы, 144 часа)

Квантовая оптика является синтезом квантовой теории поля и физической оптики и широко применяется в изучении спектральных проявлений эффектов взаимодействия электромагнитного поля с атомными и молекулярными средами и механизмов формирования спектральных характеристик сред. Рассматриваются фундаментальные теоретические основы исследований атомных и молекулярных спектров, вероятности оптических

переходов и правила отбора как результат симметрии квантового объекта. Механизмы уширения спектральных линий, учитывающие упругие и неупругие столкновения описываются с позиций квантовой когерентности излучения. Современные методы расчета спектральных характеристик и информационные системы, созданные в мировых научных центрах, а также экспериментальные подтверждения квантовой природы взаимодействия излучения с веществом обсуждаются в заключительной части курса.

Цели освоения дисциплины «Квантовая оптика и фундаментальная спектроскопия»:

- расширенное изучение современных достижений квантовой теории поля и физической оптики, синтез которых и представляет собой квантовую оптику;
- освоение методов оптики и спектроскопии для анализа эффектов взаимодействия квантованных полей с различными средами; что соответствует общим целям магистерской программы.

Для освоения дисциплины студент должен обладать:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
- способностью владеть методикой разработки математических и физических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере;
- готовностью вести исследования основных физико-химических свойств оптических материалов, применить методики прогнозирования оптических и физико-химических параметров новых материалов.
- знаниями математической физики, линейной алгебры, квантовой механики и основ атомной и молекулярной спектроскопии.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

принципы взаимодействия квантового поля с квантовой системой (атомами, молекулами, ионами);

современные экспериментальные методы исследования спектров

теоретические методы описания спектров.

уметь:

пользоваться современным математическим формализмом решения задач для атомных и молекулярных систем.

владеть: методами анализа спектрально-оптических характеристик среды посредством решения обратных задач оптики газовых сред;

Бистабильность, самоорганизация и хаос в оптике (Блок 1, Курсы по выбору студента, Курс 2, 4 зачетные единицы, 144 часа)

Дисциплина «Бистабильность, самоорганизация и хаос в оптике» освещает эвристическую роль концепции самоорганизации и детерминированного хаоса в физике вообще, а в частности – для задач приборостроения в области фотоники и оптоинформатики. Развиваются современные представления о феномене оптической бистабильности в распределённых нелинейных системах, её механизмах, моделях и способах применения, а также о феноменах самоорганизации и детерминированного хаоса в оптических сюжетах. Раскрыты особенности проявления бистабильности, самоорганизации и детерминированного хаоса в нелинейном кольцевых системах.

Целями освоения дисциплины «Бистабильность, самоорганизация и хаос в оптике» являются обладание магистрантами:

1) глубокими и современными знаниями о нелинейных эффектах в оптических средах, о нелинейно-оптических механизмах генерации пространственно-временных структур и детерминированного хаоса в оптических системах;

2) способностями применять знания о таких фундаментальных явлениях, как бистабильность, самоорганизация, переход «порядок из хаоса», эволюция, аттрактор, фрактальный рост, в фотонике и оптоинформатике;

3) принципами нелинейного мышления как слагаемого научной методологии в эпоху нанотехнонауки и средства рефлексии творческой деятельности инженера-исследователя.

Для освоения дисциплины «Бистабильность, самоорганизация и хаос в оптике» студент должен обладать:

– умением использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, применять методы: математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

– способностью реализовать свой когнитивный потенциал, развивая свой интеллект, занимаясь профессиональным самообразованием, углубляя и расширяя научно-техническую эрудицию, повышая методологический потенциал.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

– системные принципы, основные понятия, термины и представления нелинейной динамики (синергетики);

– закономерности строения и механизмы динамики нелинейных систем;

– условия осуществления режимов бистабильности, самоорганизации и детерминированного хаоса;

– особенности синергетических явлений в лазере, в кольцевых оптических системах;

– методологическую роль синергетического мышления, включая аспект взаимодействия познающего субъекта со своим окружением.

уметь:

– самостоятельно формировать систему понятий, составляющих концептуальную основу и рабочий лексикон описания явлений бистабильности, самоорганизации и детерминированного хаоса применительно к оптическим системам;

– применять методы анализа и объяснения сложного поведения нелинейных оптических систем (оптическая бистабильность, солитоны, лазерное излучение, генерация структур и пространственного детерминированного хаоса), проводить оценку границ применимости моделей.

владеть:

– навыками описания, логического моделирования, интерпретации пространственно-временных явлений в нелинейных средах и системах;

– математическим аппаратом, необходимым для формализации и анализа нелинейных процессов в оптических системах.

Принципы управления лазерным излучением (Блок 1, Курсы по выбору студента, Курс 2, 4 зачетные единицы, 144 часа)

Подробно рассматриваются методы управления лазерным излучением: современное состояние и научная проблематика, классификация и сравнение методов управления; принципы модуляции амплитуды лазерного излучения; принцип фазовой модуляции света и его осуществление на основе эффекта Поккельса; принципы работы дефлекторов лазерного излучения; рефракционные и дифракционные дефлекторы.

Последовательно рассмотрен круг вопросов касающихся: нерезонансного параметрического усиления; физики функционирования параметрических генераторов света. Рассматриваются, также резонансные ПГС на основе ВКР. Дается описание различных оптических систем для формирования лазерного излучения.

Программа рассчитана на учащихся имеющих необходимые знания из теоретической и математической физики, электродинамики, теории колебаний, квантовой механики, квантовой радиофизики, нелинейной оптики и информатики, приобретенные в процессе бакалаврской подготовки, а также дисциплин «Лазерная техника» и «Принципы управле-

ния лазерным излучением». Освоение данной дисциплины необходимо для осуществления научно-исследовательской деятельности в области оптотехники.

Целями освоения дисциплины «Принципы управления лазерным излучением» являются:

- приобретение студентами глубоких знаний физических основ создания устройств управления параметрами лазерного излучения и навыков работы с этими устройствами;

-способностями применять *эти* знания при решении инновационных научно-исследовательских и инженерно-физических проблем в своей трудовой деятельности.

Для освоения дисциплины студент должен обладать:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- способностью владеть методикой разработки математических и физических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере;

- готовностью анализировать и оценивать проектные решения в области лазерной техники;

- способностью планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты;

- способностью разрабатывать элементы и устройства фотоники и оптоинформатики на основе существующей элементной базы.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

принципы и способы управления оптическими параметрами излучения лазеров;

особенности конструктивных элементов систем управления лазерным излучением;

технологические возможности лазерных систем;

современное состояние и перспективы развития лазерной физики и техники.

уметь:

грамотно производить настройку и обслуживание лазерной техники;

моделировать процессы в устройствах управления лазерным излучением с целью их оптимизации;

пользоваться приборами для измерения параметров лазерного излучения.

владеть:

навыками эффективной и безопасной работы с лазерами;

навыками определения параметров и характеристик лазерного излучения с учётом особенностей конкретных оптических систем;

методами теоретического и экспериментального исследования процессов в лазерных системах.

Оптическая микро- и наноэлектроника (Блок 1. Курсы по выбору студента, Курс 2, 4 зачетные единицы, 144 часа)

Данный курс Оптическая микро- и наноэлектроника, посвящен рассмотрению вопросов связанных с физикой одного из основных элементов микро и наноэлектроники – МДП- струкруре и ее применению в дискретных и матричных приборах полупроводниковой фотоэлектроники. Курс начинается с рассмотрения физики реальных и идеальных МДП- структур. Следом идет обзор электрофизических, фотоэлектрических, структурных и локальных методов исследования МДП - структур и технологии их создания. Рассматриваются механизмы образования фотоэдс, а также ее зависимость от напряжения смещения, частоты, температуры и интенсивности светового потока. Рассмотрев основные свойства МДП - структур курс переходит к рассмотрению дискретных фоточувствительных приборов, в основе которых лежит структура МДП. Рассматриваются различные виды фотодиодов и фотоэлементы, МДП-элементы фотопамяти и другие приборы микро и наноэлектроники. После этого рассматриваются основные принципы работы и технология со-

здания ПЗС, использование ПЗС в системах обработки и хранения информации. В данной части курса излагаются принципы функционирования линий задержки, трансверсальных и рекурсивных фильтров и прочих приборов. В следующей части курса рассматриваются ПЗС-фотоприемники видимого и ИК диапазона и архитектура матриц фокальной плоскости. Заканчивается курс рассмотрением инфракрасных приемников на структурах с квантовыми ямами и квантовыми точками, фоточувствительных КМОП - матриц и многоцветных инфракрасных матриц на основе полупроводниковых гетероструктур.

Целью освоения дисциплины Оптическая микро- и наноэлектроника является обучение студентов новым принципам обработки и хранения информации, преобразования и приема излучения при помощи приборов микро- и наноэлектроники.

Для освоения дисциплины студент должен обладать:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
- способностью владеть методикой разработки математических и физических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов в области микро и наноэлектроники;
- способностью оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследования;
- способностью проектировать микроэлементы и микроустройства, основанные на различных физических принципах действия;
- способностью разрабатывать элементы и устройства фотоники и оптоинформатики на основе существующей элементной базы микро и наноэлектроники.

От студента требуются знания физики твердого тела и процессов взаимодействия излучения с веществом, приобретенные в процессе бакалаврской подготовки.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

современное состояние динамично развивающегося раздела функциональной оптоэлектроники - оптических приборов микро- и наноэлектроники;

физические основы работы МДП-структур, дискретных МДП-приборов и ПЗС-устройств различного назначения.

уметь:

пользоваться полученными знаниями для постановки и интерпретации результатов экспериментов в области нанофотоники.

владеть:

навыками решения физические и инженерные задачи по созданию приборов приема и обработки оптических сигналов и проектированию оптических систем различного назначения;

методиками расчета идеальных ВФХ МДП-структур.

Квантовая теория излучения (Блок 1. Курсы по выбору студента, Курс 3, 4 зачетные единицы, 144 часа)

Квантовая теория излучения базируется на отыскании самосогласованного решения систем уравнений, определяющих как действие излучения на вещество, так и влияние вещества на состояние поля излучения. Фундаментальную основу для этого создают уравнения Максвелла-Лоренца, описывающие влияние системы заряженных частиц на электромагнитное поле и квантовые уравнения движения зарядов вещества в этом поле. Теоретические и экспериментальные результаты обсуждаются в общем виде с последующей детализацией для атомов и молекул. Механизмы уширения спектральных линий, включая неупругие столкновительные процессы, релаксация, квантовая кинетика рассматриваются с позиций квантовых статистических ансамблей. В курс включается обсуждение наиболее ярких достижений спектроскопии в эксперименте и в их теоретическом описании. Особое внимание уделяется применению спектроскопических методов в аналитике сред. В расче-

тах конкретных задач используются более простые подходы, изложение которых содержит данный курс. Излагаются современные способы построения математических моделей, позволяющих учесть многие эффекты взаимодействия излучения с веществом и первую очередь методы построения эффективных операторов.

Вещество рассматривается как система многих частиц и описанию их характеристик посвящена значительная часть курса. В основном анализируются атомы и молекулы, их спектральные характеристики и методы расчетов. Особое внимание уделено радиационным процессам и прохождению излучения через газовую молекулярную среду, а также возможностям анализа спектрально-оптических характеристик среды посредством решения обратных задач оптики газовых сред.

Цели освоения дисциплины «Квантовая теория излучения»:

- изучение основных эффектов взаимодействия излучения с атомными и молекулярными средами и механизмы формирования спектральных характеристик сред;
- расширение у представлений о главных принципах и подходах в исследованиях спектров атомов и молекул с учетом современных достижений в теории и эксперименте по спектроскопии;
- формирование понимания возможностей квантовой спектроскопии для анализа сред;

что соответствует общим целям магистерской программы

Для освоения дисциплины студент должен обладать:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
- способностью владеть методикой разработки математических и физических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере;
- готовностью вести исследования основных физико-химических свойств оптических материалов, применить методики прогнозирования оптических и физико-химических параметров новых материалов.

В результате усвоения курса магистрант приобретает фундаментальные знания об основных положениях квантовой теории излучения, знакомится с современным состоянием исследований в мире в этом направлении, совершенствуется в физико-математических подходах к решению задач КТИ, приобретает представление о практических применениях КТИ.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

принципы взаимодействия квантового поля с квантовой системой (атомами, молекулами, ионами);

основные эффекты взаимодействия излучения с атомными и молекулярными средами и механизмы формирования спектральных характеристик сред;

теоретические методы описания спектров;

возможности современных экспериментальных методов исследования спектров.

уметь:

пользоваться математическим формализмом решения задач для атомных и молекулярных систем.

владеть:

методами анализа спектрально-оптических характеристик среды посредством решения обратных задач оптики газовых сред.

Методы нелинейной динамики и моделирование оптических систем (Блок 1. Курсы по выбору студента, Курс 3, 4 зачетные единицы, 144 часа)

Дисциплина «Методы нелинейной динамики и моделирование оптических систем» раскрывает роль нелинейной парадигмы, сложносистемного мышления и энактивизма в развитии естествознания, технонауки, исследовательской методологии начала XXI в. Ос-

новные категории нелинейной динамики излагаются в контексте анализа нелинейных явлений в оптических средах и системах, а также их моделей. Значительное место уделено методам описания и изучения нелинейных динамических систем. Освещаются физические аспекты формообразования в пространственно распределённых динамических системах и способы их математического представления.

Целями освоения дисциплины «Методы нелинейной динамики и моделирование оптических систем» являются обладание магистрантами:

1) глубокими и современными знаниями проблем нелинейной динамики (синергетики, Nonlinear Science) и методов моделирования процессов в нелинейных системах со сложным поведением (включая устройства нано- и оптоэлектроники) для исследования их;

2) способностями применять полученные знания в междисциплинарном контексте для постановки, анализа, решения инновационных научно-исследовательских и инженерно-физических проблем.

3) *принципами* сложносистемного мышления и энактивизма в качестве компонента современной научной методологии и эвристических предписаний для выбора стратагем индивидуальной и коллективной деятельности, совмещающей свободу, ответственность и саморазвитие личности в эволюционирующем сложном обществе XXI в.

Для освоения дисциплины «Методы нелинейной динамики и моделирование оптических систем» студент должен обладать:

– способностью использовать основные естественнонаучные законы, методы математического анализа и моделирования при выполнении исследований;

– способностью реализовать свой когнитивный потенциал, развивая свой интеллект, занимаясь профессиональным самообразованием, углубляя и расширяя научно-техническую эрудицию, повышая методологическую культуру.

Для освоения курса студентам необходимы знания курсов: дисциплин: «Методы математической физики», «Теория колебаний и волн», «Нелинейная оптика», «Лазерная техника». Либо необходимы знания иных курсов аналогичных по содержанию.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

– основные понятия и методы теории нелинейных динамических систем, а также язык описания нелинейных явлений;

– физическую подоплёку нелинейно-динамических явлений в оптических системах;

– факторы, определяющие формирование пространственно-временных структур в нелинейных оптических системах;

– взаимосвязь сложности, репликации информационных структур и эволюции систем различной природы, включая социокультурные;

– методологическую роль сложносистемного мышления и энактивирующего взаимодействия познающего субъекта со средой его активности, включая аспект саморазвития.

уметь:

– формировать систему понятий, составляющих концептуальную основу и рабочий лексикон нелинейной динамики, а также моделирования эволюции оптических систем;

– применять методы нелинейной динамики для анализа и исследования явлений самоорганизации и детерминированного хаоса в моделях оптических систем;

– проводить оценку границ применимости алгоритмов и моделей нелинейной динамики;

– использовать методы идентификации и анализа характеристик бифуркаций и детерминированного хаоса.

владеть:

– приёмами описания, логического, физического и математического моделирования, интерпретации особенностей пространственно-временных процессов в нелинейных системах, включая оптические;

– стереотипами анализа и толкования процессов в нелинейных системах;
– навыками оценки границ применимости моделей нелинейных процессов.

Оптическиесистемы лазеров (Блок 1. Курсы по выбору студента, Курс 3, 4 зачетные единицы, 144 часа)

Последовательно рассмотрен круг вопросов касающихся оптических систем лазеров: типов дисперсионных резонаторов; принципов управления спектром излучения ОКГ; влияние функционирования оптических элементов на генерируемое когерентное излучение в ОКГ; акустооптические устройства в ОКГ; дисперсионный резонатор и его основные характеристики; лазеры с дифракционными решетками, с интерферометрическими дисперсионными элементами. Подробно рассматриваются оптические схемы и конструкции сложных лазерных резонаторов предназначенных для перестраиваемых лазеров. Показаны разные подходы к конструированию и реализации конкретных лазерных систем различного назначения.

Программа рассчитана на учащихся имеющих необходимые знания из теоретической и математической физики, электродинамики, теории колебаний, квантовой механики, квантовой радиофизики, нелинейной оптики и информатики, приобретенные в процессе бакалаврской подготовки, а также дисциплин «Лазерная техника» и «Принципы управления лазерным излучением».

Освоение данной дисциплины необходимо для осуществления научно-исследовательской деятельности в области оптотехники.

1. Цели освоения дисциплины:

-освоение теоретических, практических и метрологических основ построения оптических систем лазеров

- способностями применять *эти* знания при проектировани и эксплуатации приборов квантовой электроники и нанофотоники на основе интеграции научных исследований, информационных технологий и инновационных подходов.

Для освоения дисциплины студент должен обладать:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;

- способностью владеть методикой разработки математических и физических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов, относящихся к профессиональной сфере;

- готовностью анализировать и оценивать проектные решения в области лазерной техники;

- способностью планировать и проводить эксперименты, обрабатывать и анализировать их результаты;

- способностью разрабатывать элементы и устройства фотоники и оптоинформатики на основе существующей элементной базы.

Освоение данной дисциплины необходимо для проведения научно-исследовательской работы.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

принципы и способы управления оптическими параметрами излучения лазеров;
технологические возможности лазерных систем;
устройства и элементы вывода лазерного излучения из резонатора;
особенности исполнения основных оптических элементов лазерных систем;
современное состояние и перспективы развития лазерной физики и техники.

уметь:

грамотно производить настройку и обслуживание лазерной техники;
пользоваться приборами для измерения параметров лазерного излучения.

владеть:

навыками эффективной и безопасной работы с лазерами;

навыками определения параметров и характеристик лазерного излучения с учётом особенностей конкретных оптических систем;

методами юстировки резонаторов различных лазерных комплексов;

методами расчета резонаторов.

Эпитаксиальные методы получения материалов и структур нанофотоники (Блок 1. Курсы по выбору студента, Курс 3, 4 зачетные единицы, 144 часа)

Проводится формирование системы взглядов на роль эпитаксиальных методов получения материалов и структур нанофотоники в развитии современного приборостроения. Основное внимание уделяется приобретению магистрантами глубоких знаний о методах получения эпитаксиальных пленок для создания приборов нанофотоники. Особое внимание уделяется методу молекулярно-лучевой эпитаксии: конструкция установок по МЛЭ; требования к давлению; молекулярные источники; устройства нагрева подложки; методы контроля синтеза наноструктур. Рассмотрены общие принципы, лежащие в основе метода ГФЭ МОС. Изучаются основы атомно-слоевой эпитаксии. Подробно анализируются достоинства и недостатки различных эпитаксиальных методов. Обсуждаются перспективы дальнейшего развития эпитаксиальных методов получения наноструктур для нанофотоники.

Целями освоения дисциплины «Эпитаксиальные методы получения материалов и структур нанофотоники» являются:

- приобретение студентами глубоких знаний о методах получения эпитаксиальных пленок полупроводников для создания приборов нанофотоники;
- формирование системы взглядов на роль эпитаксиальных методов получения материалов и структур нанофотоники в развитии современного приборостроения.

Для освоения дисциплины студент должен обладать:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
- способностью владеть методикой разработки математических и физических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов в области микро и наноэлектроники;
- способностью оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследования;
- способностью проектировать микроэлементы и микроустройства, основанные на различных физических принципах действия;
- способностью разрабатывать элементы и устройства фотоники и оптоинформатики на основе существующей элементной базы микро и наноэлектроники.

Освоение данной дисциплины необходимо для проведения научно-исследовательской работы в области нанофотоники.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

базовые концепции физики низкоразмерных электронных систем как междисциплинарной дисциплины, развивающейся на самом передовом рубеже современной физики твердого тела;

основные закономерности роста эпитаксиальных пленок различных материалов для создания низкоразмерных структур;

основные направления практического применения уникальных физических свойств эпитаксиальных пленок и структур в фотонике и оптоэлектронике.

уметь:

выбрать технологию синтеза эпитаксиальных пленок для получения низкоразмерных электронных систем и проанализировать характеристики этих структур;

адекватно интерпретировать и обобщать полученные результаты.

владеть:

методами оценки параметров синтезированных пленок и структур;

методами проектирования эпитаксиальных материалов наноэлектроники и нанофотоники.

Аналитические методы исследования материалов (Блок 1. Курсы по выбору студента, Курс 4, 4 зачетные единицы, 108 часов)

Проводится формирование системы взглядов на роль аналитических методов исследования материалов и структур нанофотоники в развитии современного приборостроения. Основное внимание уделяется приобретению магистрантами глубоких знаний о методах исследования поверхности и приповерхностной области наноматериалов и наноструктур. Подробно рассмотрены методы ионной и электронной спектроскопии поверхности: определение распределения по глубине с помощью резерфордовского обратного рассеяния; вторичная ионная масс-спектрометрия; рентгеновская фотоэлектронная спектроскопия; электронная Оже-спектроскопия; спектроскопия потенциала появления. Магистранты изучают дифракционные методы исследования поверхности, ядерные методы анализа, а также основные методы сканирующей зондовой микроскопии широко использующиеся для исследования свойств наноматериалов и наноструктур.

Целями освоения дисциплины Аналитические методы исследования материалов являются:

- приобретение студентами глубоких знаний о методах исследования поверхности и приповерхностной области наноматериалов и наноструктур;
- развитие навыков анализа поверхности полупроводниковых материалов с помощью известных физических явлений, протекающих при воздействии первичного пучка фотонов, электронов, ионов на твердое тело;
- понимание роли аналитических методов зависимости характеристик вторичной эмиссии от элементного состава и структуры исследуемого вещества.

Для освоения дисциплины студент должен обладать:

- способностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
- способностью владеть методикой разработки математических и физических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов в области микро и наноэлектроники;
- способностью оценивать научную значимость и перспективы прикладного использования результатов исследования;
- способностью проектировать микроэлементы и микроустройства, основанные на различных физических принципах действия;
- способностью разрабатывать элементы и устройства фотоники и оптоинформатики на основе существующей элементной базы микро и наноэлектроники.

Освоение данной дисциплины необходимо для проведения научно-исследовательской работы в области нанофотоники.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

методы ионной и электронной спектроскопии, электронный микроанализ, дифракционные и ядерные методы анализа, растровую туннельную и силовую микроскопию.

уметь:

пользоваться полученными знаниями для постановки и интерпретации результатов экспериментов в области низкоразмерных материалов и структур нанофотоники.

владеть:

навыками оценки технологичности конструкторских решений с точки зрения контроля качества наноструктурированных материалов;

навыками разработки контроля качества технологических процессов режимов производства элементов, устройств и систем нанофотоники;

навыками работы и интерпретации результатов атомно-силовой микроскопии;

навыками нахождения оптимальных решений при создании продукции с учетом требований качества.

Оптические измерения (Блок 1. Курсы по выбору студента, Курс 4, 4 зачетные единицы, 108 часов)

Последовательно рассмотрен круг вопросов касающихся измерений параметров оптического излучения лазеров. Даются понятия об измерениях. Приводятся структуры оптических измерительных схем. Источники погрешностей оптических измерений.. Подробно рассматриваются теория и методы оптических измерений. Представлены и описаны: калориметрические методы; фотоэлектрические методы; фотохимические методы; механические методы; методы основанные на нелинейных эффектах.. Показаны разные подходы к реализации конкретных измерений параметров лазерного излучения.

Освоение данной дисциплины необходимо для осуществления научно-исследовательской деятельности в области оптотехники.

Цели освоения дисциплины:

-освоение обучающимися теоретических, практических и метрологических основ оптических измерений

- способностями применять эти знания при решении инновационных научно-исследовательских и инженерно-физических проблем в своей трудовой деятельности.

Для освоения дисциплины студент должен быть готов к использованию знаний:

-основных понятий и методов математического анализа, аналитической геометрии и линейной алгебры;

- основ теории вероятности, математической статистики, дискретной математики и теории надежности;

-фундаментальных понятий, законов и теорий классической и современной физики.

Должен владеть:

- методами математического описания физических явлений и процессов, определяющих принципы работы различных устройств.

Уметь:

- применять математические методы, физические законы и вычислительную технику для решения практических задач.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

знать:

Критерии качества измерений, алгоритмы обработки и записи результатов наблюдений.

Принцип работы , характеристики и параметры оптических элементов, приборов и систем.

Принцип действия и характеристики современных типов фотоприемных устройств.

Методы исследования физико-химических свойств оптических материалов.

уметь:

Работать в кооперации с коллегами;

Проводить и оценивать качество измерений;

пользоваться современными средствами измерения и контроля и обосновывать выбор таких средств для решения конкретных задач.

Анализировать условиями наблюдения и регистрации оптических эффектов и процессов, анализировать принцип работы и проводить расчеты важнейших характеристик оптических элементов, устройств , приборов.

Проводить измерения и тестирование характеристик основных элементов и устройств фотоники; применять основные типы источников излучения в фотонике.

Выбирать оптимальные режимы работы фотоприемников при решении задач фотоники и оптоинформатики.

владеть:

Способностью логически верно, аргументировано и ясно строить устную и письменную речь, создавать тексты профессионального назначения;

Способами применения измерительных приборов.

Технологиями организации, проведения и обработке результатов измерений в соответствии с требованиями стандартов.

Методами постановки задачи и выбора методики проведения эксперимента оптическими методами; приемами работы с важнейшими оптическими элементами, узлами и приборами.

4.3.4. В Блок 2 «Практики» входит производственная практика – важнейший компонент обучения в магистратуре. Основной формой производственной практики выбрана научно-исследовательская работа, целью которой является подготовка магистранта к самостоятельной деятельности как ученого или инженера-исследователя. Содержание научно-исследовательской работы определяется в соответствии с выбранным профилем и темой магистерской диссертации. Составной частью практики является преддипломная практика, целью которой является подготовка выпускной квалификационной работы. Способ проведения практики: стационарная. Практика проводится на кафедре квантовой электроники и фотоники Томского государственного университета, а также в институтах СО РАН, лабораториях «Сибирского физико-технического института» и ОАО «НИИ полупроводниковых приборов». Практика может проводиться также на договорных началах в других государственных, муниципальных, общественных, коммерческих и некоммерческих организациях, предприятиях и учреждениях, осуществляющих научно-исследовательскую деятельность в области наноэлектроники и нанофотоники. В рамках магистерской программы «Приборы и устройства нанофотоники» магистрант вправе сам выбирать место прохождения практики при согласовании с руководителем магистерской программы.

В результате прохождения практики магистрант должен

знать:

физические и математические модели процессов и явлений, относящиеся к исследуемому объекту, а также оборудование, технологии и программные комплексы, используемые при проведении исследований, направленных на решение задачи, поставленной перед магистрантом в рамках тематики его научно-исследовательской работы;

уметь:

формулировать цели и задачи исследования, самостоятельно планировать и проводить исследования, анализировать полученные результаты и делать соответствующие выводы, оформлять научно-техническую документацию;

владеть:

навыками научной коммуникации и исследовательской деятельности в условиях функционирования научно-исследовательских и /или производственных коллективов.

Иметь опыт деятельности по организации и планированию исследований, по управлению научным коллективом.

4.3.5. В Блок 3 «Государственная итоговая аттестация» входит защита выпускной квалификационной работы, выполненной на основе результатов научно-исследовательской работы. Государственная итоговая аттестация проводится для оценки уровня сформированности у выпускников необходимых компетенций и степени подготовленности к самостоятельной профессиональной деятельности. Государственный экзамен не предусмотрен.

Цель итоговой государственной аттестации - установление соответствия уровня профессиональной подготовки выпускников требованиям ФГОС ВО направления подготовки 12.04.03 «Фотоника и оптоинформатика» квалификации, «Магистр», оценка качества освоения ООП и степени обладания выпускниками необходимыми компетенциями. Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи:

оценка степени подготовленности выпускника к основным видам профессиональной деятельности;

оценка уровня сформированности у выпускника необходимых компетенций, степени владения выпускником теоретическими знаниями, умениями и практическими навыками в области фотоники и оптоинформатики;

оценка уровня понимания современных тенденций развития науки и техники;

выявление уровня подготовленности выпускника к самостоятельной научно-исследовательской работе.

К итоговой государственной аттестации допускается обучающийся, завершивший теоретическое и практическое обучение по основной образовательной программе «Приборы и устройства нанофотоники».

При условии успешной защиты выпускной квалификационной работы выпускнику присваивается квалификация «Магистр» и выдается диплом государственного образца.

5. Фактическое ресурсное обеспечение программы магистратуры

5.1. Общесистемные требования к реализации программы магистратуры 12.04.03 Фотоника и оптоинформатика

5.1.1. Подразделения Томского государственного университета, обеспечивающие подготовку магистрантов по направлению **12.04.03 Фотоника и оптоинформатика** располагают соответствующей действующим санитарно-техническим нормам материально-технической базой, обеспечивающей проведение всех видов лабораторной, практической, и научно-исследовательской работы студентов, предусмотренных ООП. Оборудование адаптировано для проведения физических измерений в режиме удаленного доступа и может применяться в системе дистанционного образования.

5.1.2. Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде Томского государственного университета. Развитие электронного обучения в ТГУ осуществляется через планы развития университета в области информатизации: проводятся исследования по направлению «Новые информационные технологии в образовании»; организована научно-методическая работа по новым образовательным технологиям и внедрению их в учебный процесс; разработаны принципы создания электронных образовательных ресурсов и автоматизированных средств поддержки учебного процесса, которые корректируются в соответствии с современными условиями и требованиями техники и технологий, современной педагогики. Электронно-библиотечная система и электронная информационно-образовательная среда ТГУ обеспечивают возможность доступа обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" как на территории ТГУ, так и вне ее.

Электронная информационно-образовательная среда Томского государственного университета «Электронный университет - Moodle» http://moodle.tsu.ru/ обеспечивает доступ к учебным планам, рабочим программам дисциплин, практик и к изданиям электронных библиотечных систем и электронным образовательным ресурсам, указанным в рабочих программах; Для создания цельных электронных образовательных ресурсов и их отдельных элементов (демонстрационных материалов, интерактивных объектов, инструментов обратной связи и коммуникации, платформ для создания сетевых сообществ) используются облачные сетевые сервисы Интернет, а также конструкторы ресурсов, используемые в системе дистанционного обучения - Moodle. Сервисы

электронной информационно-образовательной среды Томского государственного университета «Электронный университет - Moodle» поддерживают специальные интерфейсы, обеспечивающие доступ к просмотру текущих и итоговых образовательных достижений обучающихся. Разработанный электронный учебный контент ТГУ доступен для работы с помощью мобильных устройств (планшетов и смартфонов) под управлением IOS и Android. Для организации и реализации учебного процесса преподавательский состав ТГУ использует социальные сети «В контакте», «Facebook» и другие социальные медиа.

Современное телекоммуникационное оборудование Томского государственного университета позволяет организовать как синхронное так и асинхронное взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе взаимодействие на основе сетевой технологии, позволяющее позволяет получать и передавать учебную и научную информацию на различных уровнях.

Функционирование электронной информационно-образовательной среды соответствует законодательству Российской Федерации и обеспечивается соответствующими средствами информационно-коммуникационных технологий и квалификацией работников, ее использующих и поддерживающих.

5.1.3. Квалификация руководящих и научно-педагогических работников, реализующих ООП соответствует квалификационным характеристикам, установленным в Едином квалификационном справочнике должностей руководителей, специалистов и служащих, раздел "Квалификационные характеристики должностей руководителей и специалистов высшего профессионального и дополнительного профессионального образования", утвержденном приказом Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации от 11 января 2011 г. № 1н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 23 марта 2011 г., регистрационный № 20237), и профессиональным стандартам.

5.1.4. Доля штатных научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) составляет более 60% от общего количества научно-педагогических работников, реализующих ООП.

5.1.5. Среднегодовое число публикаций научно-педагогических работников, реализующих ООП, в расчете на 100 научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) составляет не менее 2 в журналах, индексируемых в базах данных Web of Science или Scopus, или не менее 20 в журналах, индексируемых в Российском индексе научного цитирования, или в научных рецензируемых изданиях, определенных в Перечне рецензируемых изданий согласно пункту 12 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842 "О порядке присуждения ученых степеней" (Собрание законодательства Российской Федерации, 2013, №40, ст. 5074).

5.1.6. В Томском государственном университете, среднегодовой объем финансирования научных исследований на одного научно-педагогического работника (в приведенных к целочисленным значениям ставок) составляет величину не менее чем величина аналогичного показателя мониторинга системы образования, утверждаемого Министерством образования и науки Российской Федерации (Пункт 4 Правил осуществления мониторинга системы образования, утвержденных постановлением Правительства Российской Федерации от 5 августа 2013 г. №662 (Собрание законодательства Российской Федерации, 2013, №33, ст. 4378)).

5.2. Требования к кадровым условиям реализации программы магистратуры

5.2.1. Реализация ООП обеспечивается руководящими и научно-педагогическими работниками Томского государственного университета, а также лицами, привлекаемыми к реализации программы магистратуры на условиях гражданско-правового договора.

5.2.2. Доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным

значениям ставок), имеющих образование, соответствующее профилю преподаваемой дисциплины (модуля), в общем числе научно-педагогических работников, реализующих программу магистратуры, составляет более 70 процентов. Доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок), имеющих ученую степень (в том числе ученую степень, присвоенную за рубежом и признаваемую в Российской Федерации) и (или) ученое звание (в том числе ученое звание, полученное за рубежом и признаваемое в Российской Федерации), в общем числе научно-педагогических работников, реализующих ООП, составляет более 75 процентов. Доля научно-педагогических работников (в приведенных к целочисленным значениям ставок) из числа руководителей и работников организаций, деятельность которых связана с направленностью (профилем) реализуемой программы магистратуры (имеющих стаж работы в данной профессиональной области не менее 3 лет) в общем числе работников, реализующих программу магистратуры, составляет более 20 процентов.

5.2.3. Научный руководитель, назначенный обучающемуся, должен иметь, как правило, ученую степень и ученое звание. Руководители магистрантов ведут самостоятельные исследовательские проекты или участвуют в таких проектах в качестве исполнителей, имеют публикации в отечественных научных журналах и зарубежных реферируемых журналах, трудах национальных и международных конференций, симпозиумов по профилю, не менее одного раза в пять лет проходят повышение квалификации.

5.3. Требования к материально-техническому и учебно-методическому обеспечению программы магистратуры.

5.3.1. Томский государственный университет имеет специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы и помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования. Специальные помещения укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления информации большой аудитории.

Перечень материально-технического обеспечения, необходимого для реализации ООП, включает в себя лабораторное оборудование в зависимости от степени сложности, для обеспечения дисциплин (модулей) и практики.

Для проведения учебных занятий и научно-исследовательской работы магистранты, обучающиеся по профилю «Приборы и устройства нанофотоники» могут использовать материально-техническую базу радиофизического факультета, Центров превосходства и лабораторий Сибирского физико-технического института Томского государственного университета, включающую:

компьютерные классы с выходом в сеть Интернет;

комплекс автоматизированных установок по исследованию основных параметров элементов волоконно-оптических линий связи;

локальную подсистему телекоммуникационного оборудования;

спектрометр GD-Profiler HR для определения элементного состава поверхности материалов на глубину до 200мкм спектрофотометр Cary 100;

рентгенофлуоресцентный спектрометр Shimadzu XRF 1800;

рентгеновский дифрактометр Shimadzu XRD – 6000;

микроскоп электронный сканирующий Quanta 200 3D с электронным и ионным пучком;

микроскоп сканирующий зондовый Ntegra;

атомно-силовой микроскоп с вакуумной камерой Solver HV;

плазменный магнитронно-дуговой комплекс для формирования градиентно-композиционных нанопокрытий;

автоматизированную вакуумную установку для ионно-плазменного нанесения композитных покрытий;

настольную систему наноиндентирования TTX-NHT с видеомикроскопом;

двухволновую перестраиваемая лазерную систему Solar;

фурье-спектрометр инфракрасного диапазона Nicolet 380;

фотоприёмник OPHIR с сенсорными головками L30A и PE50BB;

дифракционные монохроматоры МДР-12 и МДР-23;

газоразрядный лазер высокого давления ЛИДА;

спектрометр высокого разрешения GD-Profiler HR;

семипортовую рабочую станцию для создания органических светодиодов OLED Delix;

рентгеновский дифрактометр XRD XPert' PRO;

установку терагерцовой спектроскопии;

установку молекулярно-лучевой эпитаксии «Катунь»;

гелиевый оптический криостат фирмы «Janis»;

автоматизированные источники-измерители Keithley 2636;

измерители иммитанса Agilent E4285A и E4980A;

спектрометрическую систему фирмы «Ocean Optics».

высотный поляризационный лидар для зондирования атмосферы;

голографический стенд для исследования ориентации несферических микрочастиц в средах;

комплекс регистрации и анализа оптического излучения с высоким временным разрешением;

высокомощный Nd:YAG лазер PRO-290-30EИ с инжектором для одночастотного функционирования фирмы Spectra;

комплекс регистрации характеристик физических полей окружающей среды;

цифровой ионозонд «ТОМИОН»;

уникальный измерительный комплекс регистрации электромагнитных полей;

комплекс регистрации инфразвуковых полей;

водородный стандарт частоты и времени;

двухканальный магнитометрический комплекс;

скалярный и векторный анализаторы цепей фирмы «МИКРАН» Р2М-18/2 и Р4М-18;

импульсный стробоскопический осциллограф TMR8140;

двухкоординатные сканеры на области до 1x1 метр;

вычислительную систему на основе персонального компьютера с видеокартой поддерживающей технологию параллельных вычислений CUDA;

аналого-цифровой и цифро-аналоговый преобразователь E14-440;

георадар ОКО-2;

осциллографы, частотомеры, генераторы сигналов, анализаторы спектра.

В зависимости от темы и места работы руководителя магистранты имеют также возможность пользоваться оборудованием и материальной базой организаций-партнеров.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Томского государственного университета. Электронно-библиотечная система обеспечивает возможность индивидуального доступа для каждого обучающегося из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет.

Обучающиеся имеют доступ к фондам Научной библиотеки ТГУ, которые укомплектованы печатными и электронными изданиями основной учебной и научной литературы по дисциплинам базовой и вариативной частей учебного плана, изданными за последние пять лет из расчета не менее 50 экземпляров каждого из изданий обязательной литературы, перечисленной в рабочих программах дисциплин (модулей), практик, и не

менее 25 экземпляров дополнительной литературы на 100 обучающихся.

Фонд дополнительной литературы, помимо учебной включает, официальные справочно-библиографические и специализированные периодические издания в количестве не менее 1-2 экземпляра на каждые 100 обучающихся.

Научная библиотека Томского государственного университета предлагает пользователям:

– доступ к ресурсам Интернет;
– электронный каталог;
– on-line доступ к удаленным информационным ресурсам;
– читальные залы с открытым доступом, ресурсная база которых состоит из документов на носителях традиционных и электронных, локальных и удаленных (библиографические, реферативные, полнотекстовые базы данных, в том числе на CD и DVD);
– сетевое использование ресурсов, когда пользователям предоставлена возможность работы с различными программами — электронным каталогом, офисными приложениями, с научно-образовательными ресурсами Интернет со всех автоматизированных рабочих мест в библиотеке

5.3.2. На всех компьютерах, используемых на занятиях и для научно-исследовательской работы установлено требуемое лицензионное программное обеспечение. Компьютерные классы, учебные лаборатории и лекционные аудитории оборудованы презентационной техникой.

5.3.3. Электронно-библиотечная система и электронная информационно-образовательная среда обеспечивают одновременный доступ не менее 25 процентов обучающихся по программе магистратуры.

5.3.4. Магистранты и научно-педагогические работники имеют доступ (удаленный доступ), в том числе в случае применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий, к современным профессиональным базам данных (в том числе международным реферативным базам данных научных изданий) и информационным справочным системам, состав которых определяется в рабочих программах дисциплин (модулей) и подлежит ежегодному обновлению.

5.3.5. Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечены электронными и (или) печатными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

5.4. Требования к финансовому обеспечению ООП

Финансовое обеспечение реализации программы магистратуры осуществляется в объеме не ниже установленных Министерством образования и науки Российской Федерации базовых нормативных затрат на оказание государственной услуги в сфере образования для данного уровня образования и направления подготовки с учетом корректирующих коэффициентов, учитывающих специфику образовательных программ в соответствии с методикой определения нормативных затрат на оказание государственных услуг по реализации имеющих государственную аккредитацию образовательных программ высшего образования по специальностям и направлениям подготовки, утвержденной приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 2 августа 2013 г. № 638 (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 16 сентября 2013 г., регистрационный №29967).