

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
"Казанский (Приволжский) федеральный университет"
Институт физики



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной деятельности КФУ
проф. Таюрский Д.А.

"__" _____ 20__ г.

Программа дисциплины

Нанопотоника

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика атомов и молекул

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО
2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО
3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся
4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий
 - 4.1. Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)
 - 4.2. Содержание дисциплины (модуля)
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)
6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)
7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)
11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)
12. Средства адаптации преподавания дисциплины (модуля) к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья
13. Приложение №1. Фонд оценочных средств
14. Приложение №2. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)
15. Приложение №3. Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Программу дисциплины разработал(а)(и) доцент, д.н. (доцент) Харинцев С.С. (Кафедра оптики и нанопотоники, Отделение физики), skharint@gmail.com

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль), должен обладать следующими компетенциями:

| Шифр компетенции | Расшифровка приобретаемой компетенции |
|------------------|---|
| ОК-1 | способностью к абстрактному мышлению, анализу, синтезу |
| ОПК-2 | готовностью руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия |
| ОПК-3 | способностью к активной социальной мобильности, организации научно-исследовательских и инновационных работ |
| ОПК-4 | способностью адаптироваться к изменению научного профиля своей профессиональной деятельности, социокультурных и социальных условий деятельности |
| ОПК-6 | способностью использовать знания современных проблем и новейших достижений физики в научно-исследовательской работе |
| ПК-2 | способностью свободно владеть разделами физики, необходимыми для решения научно-инновационных задач, и применять результаты научных исследований в инновационной деятельности |
| ПК-3 | способностью принимать участие в разработке новых методов и методических подходов в научно-инновационных исследованиях и инженерно-технологической деятельности |

Обучающийся, освоивший дисциплину (модуль):

Должен знать:

- механизм преодоления дифракционного предела;
- условия возбуждения поверхностных плазмонов;
- основные экспериментальные схемы ближнеполевых измерений;

Должен уметь:

- вычислять распределение электромагнитного поля вблизи наноразмерных металлических структур с помощью моделей: мультиполь-мультипольного взаимодействия и конечных разностей во временной области;
- выполнять оценку усиления электромагнитного поля вблизи безапертурных металлических зондов
- интерпретировать Раман спектры и изображения, усиленные металлическим зондом

Должен владеть:

- навыками системного научного анализа проблем (как природных, так и профессиональных) различного уровня сложности;
- навыками работы с лабораторным оборудованием и современной научной аппаратурой; проведения физического эксперимента.

Должен демонстрировать способность и готовность:

- самостоятельно решать задачи по вычислению электромагнитных полей в ближней зоне
- определять условия пространственного синхронизма для возбуждения поверхностных плазмонов-поляритонов
- проводить экспериментальное наблюдение плазмонов и демонстрировать эффекты усиления оптических полей с помощью плазмонных наноантенн
- создавать конусные оптические наноантенны методом электрохимического травления

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП ВО

Данная дисциплина (модуль) включена в раздел "Б1.В.ДВ.1 Дисциплины (модули)" основной профессиональной образовательной программы 03.04.02 "Физика (Физика атомов и молекул)" и относится к дисциплинам по выбору. Осваивается на 1 курсе в 2 семестре.

3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных(ые) единиц(ы) на 108 часа(ов).

Контактная работа - 24 часа(ов), в том числе лекции - 12 часа(ов), практические занятия - 0 часа(ов), лабораторные работы - 12 часа(ов), контроль самостоятельной работы - 0 часа(ов).

Самостоятельная работа - 48 часа(ов).

Контроль (зачёт / экзамен) - 36 часа(ов).

Форма промежуточного контроля дисциплины: экзамен во 2 семестре.

4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Структура и тематический план контактной и самостоятельной работы по дисциплине (модулю)

| N | Разделы дисциплины / модуля | Семестр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) | | | Самостоятельная работа |
|----|---|---------|--|----------------------|---------------------|------------------------|
| | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | |
| 1. | Тема 1. Введение в ближнеполевую оптику. Спектроскопия одной молекулы. | 2 | 1 | 0 | 1 | 8 |
| 2. | Тема 2. Неизлучающие источники и нераспространяющиеся поля. Неизлучательная диффракция. Ближнее поле. | 2 | 1 | 0 | 1 | 8 |
| 3. | Тема 3. Эванесцентная оптика. Формулы Френеля. | 2 | 1 | 0 | 1 | 8 |
| 4. | Тема 4. Малые апертуры. Оптический предел Аббе. Субволновое пространственное разрешение. | 2 | 1 | 0 | 1 | 8 |
| 5. | Тема 5. Безапертурные оптические зонды. Электрохимическое травления металлических зондов. | 2 | 1 | 0 | 1 | 4 |
| 6. | Тема 6. Гигантское усиление электромагнитного поля вблизи металлических наноструктур. Поверхностные плазмон-поляритонные возбуждения. Эффект сингулярности. Оценка усиления электромагнитного поля. | 2 | 1 | 0 | 1 | 4 |
| 7. | Тема 7. Теоретические аспекты расчета распределения ближнего поля. Модель мультиполь-мультипольного взаимодействия. Модель конечных разностей во временной области. | 2 | 1 | 0 | 1 | 4 |
| 8. | Тема 8. Ближнеполевая Раман спектроскопия. Углеродные нанотрубки. Фуллерены. Тонкие композитные пленки. | 2 | 1 | 0 | 1 | 4 |
| 9. | Тема 9. Ближнеполевые нелинейные оптические процессы (КАРС, генерация второй гармоники и др.) | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 |

| N | Разделы дисциплины / модуля | Семестр | Виды и часы контактной работы, их трудоемкость (в часах) | | | Самостоятельная работа |
|-----|---|---------|--|----------------------|---------------------|------------------------|
| | | | Лекции | Практические занятия | Лабораторные работы | |
| 10. | Тема 10. Спектроскопия гяп-мод. Субзондовое разрешение. | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 11. | Тема 11. Лазерные ловушки металлических наночастиц. Оптический пинцент. | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 12. | Тема 12. Ближнеполевая оптическая нанолитография | 2 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| | Итого | | 12 | 0 | 12 | 48 |

4.2 Содержание дисциплины (модуля)

Тема 1. Введение в ближнеполевую оптику. Спектроскопия одной молекулы.

1. Ближнее поле
2. От оптики к нанооптике
3. Визуализация, диагностика и манипулирование светом на наномасштабе

Тема 2. Неизлучающие источники и нераспространяющиеся поля. Неизлучательная диффракция. Ближнее поле.

1. Неизлучающие источники
2. Условия пространственного синхронизма
3. Диффракция на субволновой апертуре

Тема 3. Эванесцентная оптика. Формулы Френеля.

1. Полное внутреннее отражение света
2. Формулы Френеля и вывод формул для прошедшей волны при полном внутреннем отражении
3. Эффекты Гуи

Тема 4. Малые апертуры. Оптический предел Аббе. Субволновое пространственное разрешение.

1. Способы преодоления дифракционного предела Аббе
2. Методы получения субволнового разрешения.

Тема 5. Безапертурные оптические зонды. Электрохимическое травление металлических зондов.

1. Оптическая наноантенна как новая парадигма в оптике
2. Типы оптических наноантенн
3. Методы создания наноантенн

Тема 6. Гигантское усиление электромагнитного поля вблизи металлических наноструктур. Поверхностные плазмон-поляритонные возбуждения. Эффект сингулярности. Оценка усиления электромагнитного поля.

1. Плазмоны.
2. Распространение плазмонов на разных геометриях
3. Эффект усиления поля

Тема 7. Теоретические аспекты расчета распределения ближнего поля. Модель мультиполь-мультипольного взаимодействия. Модель конечных разностей во временной области.

1. Методы расчета ближнего поля:
2. Конечные разности во временной области
3. Метод мультиполей
4. Метод углового представления полей

Тема 8. Ближнеполевая Раман спектроскопия. Углеродные нанотрубки. Фуллерены. Тонкие композитные пленки.

1. Раман спектроскопия и микроскопия на примере углеродных одностенных нанотрубок и фуллеренов
2. TERS и CERS методы

Тема 9. Ближнеполевые нелинейные оптические процессы (КАРС, генерация второй гармоники и др.)

1. Нелинейные эффекты ближнего поля
2. Волновое смешение в ближней зоне
3. КАРС

Тема 10. Спектроскопия гэгп-мод. Субзондовое разрешение.

1. Интерференция локализованных и делокализованных плазмонов
2. Субзондовое пространственное разрешение

Тема 11. Лазерные ловушки металлических наночастиц. Оптический пинцет.

1. Световое давление
2. Оптические силы в сильно-неоднородном лазерном поле
3. Оптический пинцет

Тема 12. Ближнеполевая оптическая нанолитография

1. Принципы литографии
2. Методы литографии на основе эффектов ближнего поля

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

Самостоятельная работа обучающихся выполняется по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Самостоятельная работа подразделяется на самостоятельную работу на аудиторных занятиях и на внеаудиторную самостоятельную работу. Самостоятельная работа обучающихся включает как полностью самостоятельное освоение отдельных тем (разделов) дисциплины, так и проработку тем (разделов), осваиваемых во время аудиторной работы. Во время самостоятельной работы обучающиеся читают и конспектируют учебную, научную и справочную литературу, выполняют задания, направленные на закрепление знаний и отработку умений и навыков, готовятся к текущему и промежуточному контролю по дисциплине.

Организация самостоятельной работы обучающихся регламентируется нормативными документами, учебно-методической литературой и электронными образовательными ресурсами, включая:

Порядок организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования - программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры (утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 5 апреля 2017 года №301)

Письмо Министерства образования Российской Федерации №14-55-996ин/15 от 27 ноября 2002 г. "Об активизации самостоятельной работы студентов высших учебных заведений"

Устав федерального государственного автономного образовательного учреждения "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Правила внутреннего распорядка федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Казанский (Приволжский) федеральный университет"

Локальные нормативные акты Казанского (Приволжского) федерального университета

6. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)

Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю) включает оценочные материалы, направленные на проверку освоения компетенций, в том числе знаний, умений и навыков. Фонд оценочных средств включает оценочные средства текущего контроля и оценочные средства промежуточной аттестации.

В фонде оценочных средств содержится следующая информация:

- соответствие компетенций планируемым результатам обучения по дисциплине (модулю);
- критерии оценивания сформированности компетенций;
- механизм формирования оценки по дисциплине (модулю);
- описание порядка применения и процедуры оценивания для каждого оценочного средства;
- критерии оценивания для каждого оценочного средства;
- содержание оценочных средств, включая требования, предъявляемые к действиям обучающихся, демонстрируемым результатам, задания различных типов.

Фонд оценочных средств по дисциплине находится в Приложении 1 к программе дисциплины (модулю).

7. Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Освоение дисциплины (модуля) предполагает изучение основной и дополнительной учебной литературы. Литература может быть доступна обучающимся в одном из двух вариантов (либо в обоих из них):

- в электронном виде - через электронные библиотечные системы на основании заключенных КФУ договоров с правообладателями;
- в печатном виде - в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского. Обучающиеся получают учебную литературу на абонементе по читательским билетам в соответствии с правилами пользования Научной библиотекой.

Электронные издания доступны дистанционно из любой точки при введении обучающимся своего логина и пароля от личного кабинета в системе "Электронный университет". При использовании печатных изданий библиотечный фонд должен быть укомплектован ими из расчета не менее 0,5 экземпляра (для обучающихся по ФГОС 3++ - не менее 0,25 экземпляра) каждого из изданий основной литературы и не менее 0,25 экземпляра дополнительной литературы на каждого обучающегося из числа лиц, одновременно осваивающих данную дисциплину.

Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля), находится в Приложении 2 к рабочей программе дисциплины. Он подлежит обновлению при изменении условий договоров КФУ с правообладателями электронных изданий и при изменении комплектования фондов Научной библиотеки КФУ.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины (модуля)

Введение в нанооптику -

http://www.iap.uni-jena.de/iapmedia/de/Lecture/Introduction+to+Nanooptics1383174000/INO13_lecture_01_2013_04_09.pdf

Квантовая оптика и нанооптика -

http://esonn.fr/0oldweb/esonn2010/xlectures/ESONN2010_NanoOptics_Lecture_BARTH.pdf

Нанооптика - <http://www.optics.rochester.edu/workgroups/novotny/>

Нанотехнологическое сообщество - <http://www.nanometer.ru/>

Плазмоника - <http://www.omel.ethz.ch/education/Plasmonics/Text/PLASMONICS>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. В рамках изучаемой дисциплины используются задания, предполагающие более углублённое изучение вопросов, рассмотренных на лекциях, или изучение дополнительных вопросов, не рассматриваемых на лекциях, но имеющих непосредственное отношение к изучаемым темам. Выполнение каждого задания может включать в себя следующие виды самостоятельной работы:

- работа с различными источниками информации: изучение основной и дополнительной литературы, работа со словарями и справочниками, использование аудио- и видеозаписей, компьютерной техники и Интернета;
- проведение мини исследований: решение небольших задач, требующих проведения численных расчётов или поиска необходимой информации в различных источниках;
- оформление отчёта о проделанной работе.

Перед выполнением внеаудиторной самостоятельной работы студент должен внимательно выслушать инструктаж преподавателя по выполнению задания, который включает определение цели задания, его содержание, сроки выполнения, ориентировочный объём работы, основные требования к результатам работы, критерии оценки. В процессе инструктажа преподаватель предупреждает студентов о возможных типичных ошибках, встречающихся при выполнении задания.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов используются сообщения по теме, которые обсуждаются на семинарских занятиях. Каждое сообщение предполагает подготовку презентации и доклада на 10 минут.

Задания для самостоятельной работы

Перечень заданий для самостоятельной работы разрабатываются преподавателем, ведущим дисциплину, с учётом особенностей образования и интересов слушателей. Примеры заданий по каждой теме перечислены ниже:

Тема 1. Диадная функция Грина.

Функция Грина электрического поля. Нестационарная функция Грина.

Тема 2. Теоретические методы в нанооптике. Функция Грина дальнего поля.

Метод множественных мультиполей. Метод объёмных интегральных уравнений. Метод связанных диполей. Метод моментов.

Тема 3. Дизайн поляризации лазерного света. Радиальная и азимутальная поляризация.

Сильно-сфокусированные оптические поля.

Тема 4. Спонтанное излучение в режиме слабой связи.

Теория Вайскопфа-Вигнера. Неоднородная окружающая среда.

Тема 5. Атомная поляризуемость.

Стационарная поляризуемость в слабых возбуждающих полях. Квазирезонансное возбуждение в отсутствие релаксации и при ее наличии. Эффективная поляризуемость.

Тема 6. Моделирование в среде Lumerical FDTD.

Численное моделирование плазмонного резонанса сферических металлических наночастиц. Визуализация сильно-сфокусированных оптических полей.

Тема 7. Моделирование в среде Lumerical FDTD и DEVICE.

Численное моделирование плазмонного резонанса сферических металлических наночастиц. Визуализация сильно-сфокусированных оптических полей. Моделирование оптических мод шепчущей галереи.

Методические рекомендации к лекциям:

1. Просмотр предыдущих лекций
2. Поиск дополнительной информации (научных статей, презентаций)
3. Проведение самостоятельной работы по моделированию в среде Lumerical FDTD

Методические рекомендации к презентации:

1. Анализ всех лекций и дополнительной литературы
2. Использование 3D графических редакторов
3. Представление результатов в PowerPoint

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем, представлен в Приложении 3 к рабочей программе дисциплины (модуля).

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине (модулю) включает в себя следующие компоненты:

Помещения для самостоятельной работы обучающихся, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья) и оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду КФУ.

Учебные аудитории для контактной работы с преподавателем, укомплектованные специализированной мебелью (столы и стулья).

Компьютер и принтер для распечатки раздаточных материалов.

Мультимедийная аудитория.

12. Средства адаптации преподавания дисциплины к потребностям обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При необходимости в образовательном процессе применяются следующие методы и технологии, облегчающие восприятие информации обучающимися инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья:

- создание текстовой версии любого нетекстового контента для его возможного преобразования в альтернативные формы, удобные для различных пользователей;
- создание контента, который можно представить в различных видах без потери данных или структуры, предусмотреть возможность масштабирования текста и изображений без потери качества, предусмотреть доступность управления контентом с клавиатуры;
- создание возможностей для обучающихся воспринимать одну и ту же информацию из разных источников - например, так, чтобы лица с нарушениями слуха получали информацию визуально, с нарушениями зрения - аудиально;
- применение программных средств, обеспечивающих возможность освоения навыков и умений, формируемых дисциплиной, за счёт альтернативных способов, в том числе виртуальных лабораторий и симуляционных технологий;
- применение дистанционных образовательных технологий для передачи информации, организации различных форм интерактивной контактной работы обучающегося с преподавателем, в том числе вебинаров, которые могут быть использованы для проведения виртуальных лекций с возможностью взаимодействия всех участников дистанционного обучения, проведения семинаров, выступления с докладами и защиты выполненных работ, проведения тренингов, организации коллективной работы;
- применение дистанционных образовательных технологий для организации форм текущего и промежуточного контроля;

- увеличение продолжительности сдачи обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья форм промежуточной аттестации по отношению к установленной продолжительности их сдачи:
- продолжительности сдачи зачёта или экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительности подготовки обучающегося к ответу на зачёте или экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительности выступления обучающегося при защите курсовой работы - не более чем на 15 минут.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО и учебным планом по направлению 03.04.02 "Физика" и магистерской программе "Физика атомов и молекул".

Перечень литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика

Профиль подготовки: Физика атомов и молекул

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очное

Язык обучения: русский

Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Основная литература:

1. Новотный Л. и др. Основы нанооптики: перевод с английского /Под ред. Самарцев В. В. - Москва: Физматлит, 2009 - 484с. - URL: http://libweb.kpfu.ru/z3950/bcover/0-784004_con.pdf
2. Кульчин Ю. Н. Современная оптика и фотоника нано- и микросистем - Москва: Физматлит, 2016 - 440с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/91158>
3. Салех Б. и др. Оптика и фотоника. Принципы и применения: Учебное пособие: В 2 томах Том 2: 1 - Долгопрудный: Издательский дом 'Интеллект', 2012 - 784с. - URL: <http://znanium.com/go.php?id=408131>
4. Астапенко В. А. Электромагнитные процессы в среде, наноплазмоника и метаматериалы: [учебное пособие] - Долгопрудный: Интеллект, 2012 - 583с. - URL: http://libweb.kpfu.ru/z3950/bcover/0000792674_con.pdf
5. Харинцев С. С. Оптические антенны: учебно-методическое пособие к курсу 'Нанопотоника': [для магистрантов первого года обучения по программе магистратуры 'Физика атомов и молекул'] - 2015 - URL: http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06_47_000917.pdf
6. Харинцев С. С. Методическое пособие 'Плазмонная микроскопия высокого разрешения': [для магистрантов первого года обучения по программе магистратуры 'Физика атомов и молекул'] - 2015 - URL: http://libweb.kpfu.ru/ebooks/06-IPh/06_47_000918.pdf

Дополнительная литература:

1. Гаврилов А. В. и др. Дифракционная нанопотоника /Под ред. Сойфер В. А. - Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2011 - 679с. - URL: http://libweb.kpfu.ru/z3950/bcover/0000664358_con.pdf
2. Кульчин Ю. Н. Современная оптика и фотоника нано- и микросистем - Москва: Физматлит, 2015 - URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72018
3. Панов М. Ф. Физические основы фотоники - Москва: Лань, 2017 - URL: <https://e.lanbook.com/book/92656>

Перечень информационных технологий, используемых для освоения дисциплины (модуля), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Направление подготовки: 03.04.02 - Физика
Профиль подготовки: Физика атомов и молекул
Квалификация выпускника: магистр
Форма обучения: очное
Язык обучения: русский
Год начала обучения по образовательной программе: 2016

Освоение дисциплины (модуля) предполагает использование следующего программного обеспечения и информационно-справочных систем:

Операционная система Microsoft Windows 7 Профессиональная или Windows XP (Volume License)
Пакет офисного программного обеспечения Microsoft Office 365 или Microsoft Office Professional plus 2010
Браузер Mozilla Firefox
Браузер Google Chrome
Adobe Reader XI или Adobe Acrobat Reader DC
Kaspersky Endpoint Security для Windows

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "ZNANIUM.COM", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС "ZNANIUM.COM" содержит произведения крупнейших российских учёных, руководителей государственных органов, преподавателей ведущих вузов страны, высококвалифицированных специалистов в различных сферах бизнеса. Фонд библиотеки сформирован с учетом всех изменений образовательных стандартов и включает учебники, учебные пособия, учебно-методические комплексы, монографии, авторефераты, диссертации, энциклопедии, словари и справочники, законодательно-нормативные документы, специальные периодические издания и издания, выпускаемые издательствами вузов. В настоящее время ЭБС ZNANIUM.COM соответствует всем требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО) нового поколения.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе Издательства "Лань", доступ к которой предоставлен обучающимся. ЭБС Издательства "Лань" включает в себя электронные версии книг издательства "Лань" и других ведущих издательств учебной литературы, а также электронные версии периодических изданий по естественным, техническим и гуманитарным наукам. ЭБС Издательства "Лань" обеспечивает доступ к научной, учебной литературе и научным периодическим изданиям по максимальному количеству профильных направлений с соблюдением всех авторских и смежных прав.

Учебно-методическая литература для данной дисциплины имеется в наличии в электронно-библиотечной системе "Консультант студента", доступ к которой предоставлен обучающимся. Многопрофильный образовательный ресурс "Консультант студента" является электронной библиотечной системой (ЭБС), предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Полностью соответствует требованиям федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования к комплектованию библиотек, в том числе электронных, в части формирования фондов основной и дополнительной литературы.