

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 23.09.2022 14:25:14
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

Министерство образования и науки Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет»



Утверждаю:
Руководитель ООП:
Б.Б.Педько
2017 г.

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

Кристаллооптика

Направление подготовки
03.03.03 Радиофизика

Программа подготовки
«Физика и технология радиоэлектронных приборов и устройств»

Для студентов 2 курса очной формы обучения

Составитель:
Третьяков С.А.

Тверь 2017

I. Аннотация

1. Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

Кристаллооптика.

В учебном плане 2014 г.н. – Кристаллы квантовой и нелинейной оптики.

2. Цель и задачи дисциплины

Целями освоения дисциплины являются изучение особенностей получения, структуры, ее дефектов и свойств кристаллов, используемых в лазерной и нелинейной оптике, а также в электрооптике и акустооптике.

Задачами дисциплины является освоение методов выращивания кристаллов, предназначенных для устройств квантовой и нелинейной оптики; приобретение опыта в исследованиях типичных структурных дефектов, характерных для монокристаллов, выращиваемых из расплава.

3. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к дисциплинам базовой части учебного плана, 2 модуль.

Для успешного освоения дисциплины «Кристаллофизика»: необходимо знать основы физики твердого тела и молекулярной физики, системы кодификации кристаллов, понятия об обратной решетке, зонах Бриллюэна, ячейках Вагнера-Зейтца

4. Объем дисциплины: 3 зачетных единиц, 108 академических часов, в том числе

контактная работа: лекции 38 часов, лабораторные работы 38 часов; **самостоятельная работа:** 32 часов.

В учебном плане 2014 г.н. **объем дисциплины:** 3 зачетных единиц, 108 академических часов, в том числе **контактная работа:** лекции 19 часов, практические занятия 19 часов, лабораторные занятия 38 часов; **самостоятельная работа:** 32 часа.

5. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Планируемые результаты освоения образовательной программы (формируемые компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 способность к овладению базовыми знаниями в области	Уметь: использовать базовые знания в области математики и естественных наук для освоения основных вопросов кристаллооптики.

математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности	
ОПК-2 способность самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные информационные технологии	Уметь самостоятельно сформировать системно-теоретические знания и практические навыки для принятия обоснованных решений при проведении научных исследований
ПК-1 способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования	Уметь: ясно излагать изученный материал, Знать: такие свойства кристаллов, как симметрия, анизотропия, спайность, физические принципы работы и устройство лазеров и мазеров основных типов, свойства лазерных генерационных активных средств, нелинейные оптические эффекты и явления, возникающие в веществе при прохождении лазерных пучков – самофокусировку лучей, генерации гармоник, трёх- и четырёхфотонных взаимодействиях, назначение и применение лазерной техники нелинейной оптики в науке, промышленности, военной технике, медицине и биологии; понимать роль процессов спонтанного и вынужденного излучения, а также поглощения в работе лазеров, особенностей и отличия непрерывного и нестационарного режимов работы лазеров;
ПК-2 способность использовать основные методы радиофизических измерений	Уметь: применять современные методы и технику при проведении научных исследований; Знать: основные типы кристаллов, используемых в квантовой и нелинейной оптике, способы выращивания этих кристаллов из расплавов, растворов и газовой фазы, моды пассивных оптических резонаторов.

В учебном плане 2014 г.н. **формируемые компетенции** ПК-1, ПК-2.

6. Форма промежуточной аттестации - зачет в 4 семестре.

В учебном плане 2014 г.н. **форма промежуточной аттестации** - зачет во 2 семестре.

7. Язык преподавания русский.

II. Структура дисциплины

Учебная программа – наименование тем	Всего (Контактная работа (час.)	Самостоя- тельная
--------------------------------------	------------	-----------------------------	----------------------

	час.)	Лекции	Лабораторные работы	работа (час.)
<p>1. Введение. Краткий исторический обзор развития квантовой и нелинейной оптики. Роль кристаллов в создании новых квантовых и оптических приборов и устройств, применяемых в современной науке и технике. Предмет и содержание курса.</p>	4	2		2
<p>2. Лазерные кристаллы. Поглощение и усиление света. Оптический резонатор. Пороговые условия для усиления света в импульсном и непрерывном режиме. Энергетические активаторы. Тепловые свойства кристаллов и предъявляемые к ним требования.</p>	12	3	6	3
<p>3. Кристаллы оксиды и фториды. Кристаллы соединений, выращиваемые в системе окись иттрия, окись алюминия. Кристаллические среды для высоко-эффективных неодимовых лазеров. Свойства галлиевых гранатов, их выращивание и ростовые дефекты. Разупорядочение и центры окраски. Кристаллы фторидов</p>	12	3	6	3
<p>4. Кристаллы для лазеров с перестраиваемой частотой. Александрит. Корунд с титаном. Центры окраски активаторы лазерных кристаллов. Дефекты лазерных кристаллов, возникающие при пластической деформации-дислокации, двойникование</p>	6	3		3
<p>5. Кристаллы для проходной оптики мощных лазеров. Собственные механизмы оптического разрушения. Несобственные механизмы оптического разрушения поверхности и в объеме. Оптическая прочность в сфокусированных и широкоапертурных пучках. Возможности повышения оптической прочности.</p>	12	3	6	3
<p>6. Линейный электрооптический эффект. Уравнение электрооптического</p>	7	4		3

эффекта. Поляризационнооптические затворы и модуляторы света. Элек-трооптические затворы на регулярной доменной структуре.				
7. Распространение света в нелинейных оптических средах. Интенсивность взаимодействующих лучей. Реализация условий синхронизма. Эффективные коэффициенты нелинейности. Рассогласование фаз взаимодействующих волн.	11	4	4	3
8. Основные принципы акустооптики . Законы сохранения при акустооптическом взаимодействии. Акустооптическая дифракция Брэгга в анизотропных кристаллах. Интенсивность дифракции и акустооптическая эффективность среды.	13	4	6	3
9. Основные области применения акустооптического взаимодействия. Акустооптический модулятор. Акустооптический дефлектор. Акустооптический фильтр. Связь акустооптического качества и основных свойств кристаллов. Монокристаллический кварц, парателлурит, молибдаты редкоземельных ионов.	13	4	6	3
10. Кристаллические элементы интегральной оптики. Оптические волноводы, их свойства и характеристики. Условия отсечки. Распространение оптических волн в плоском волноводе. Потери в волноводе.	11	4	4	3
11. Методы получения волноводов. Диффузионная технология. Выбор кристаллов, подготовка поверхности, диффузионный отжиг. Получение оптических волноводов методом протонного замещения. Получение оптических волноводов с помощью ионной имплантации.	7	4		3
ИТОГО	108	38	38	32

III. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

- планы лабораторных занятий
- методические указания
- типовые тесты
- итоговый контроль

IV. Фонды оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Форма проведения промежуточного контроля: студенты, освоившие программу курса «Кристаллооптика» могут получить зачет по итогам семестровой и полусеместровой рейтинговой аттестации согласно «Положения о рейтинговой системе обучения и оценки качества учебной работы студентов ТвГУ» (протокол №4 от 25 октября 2017 г.). Максимальная сумма баллов, которые можно получить за семестр 100.

Если условия «Положения о рейтинговой системе ...» не выполнены, то зачет сдается согласно «Положения о промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) студентов ТвГУ» (протокол №4 от 25 октября 2017 г.).

Контроль сформированности компетенции осуществляется с помощью оценочных средств на основе критериев, которые разрабатываются с целью выявления соответствия этапов освоения компетенции планируемым результатам обучения (см. карту компетенций).

1. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ОПК-1"Способность к овладению базовыми знаниями в области математики и естественных наук, их использованию в профессиональной деятельности

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
Уметь: использовать базовые знания в области математики и естественных наук для освоения основных вопросов физической электроники.	Вывести формулу для предельного разрешения, даваемого оптической системой Какие минимальные длины волн излучения лазеров соответствуют рентгеновскому диапазону	<ul style="list-style-type: none">• Тема актуальна и сформулирована грамотно – 1 балл;• тема полностью раскрыта в докладе; корректно использован понятийный аппарат; логичность и ясность изложения – 2 балла;• использованы публикации последних лет – 1 балл;• определена позиция

		автора; предложен и аргументирован собственный взгляд на проблему – 1 балл;
--	--	---

2. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ОПК-2 "Способность самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные информационные технологии"

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
Уметь самостоятельно сформировать системно-теоретические знания и практические навыки для принятия обоснованных решений при проведении научных исследований	Тепловые свойства кристаллов и предъявляемые к ним требования. Свойства галлиевых гранатов, их выращивание и ростовые дефекты.	<ul style="list-style-type: none"> • Тема актуальна и сформулирована грамотно – 1 балл; • тема полностью раскрыта в докладе; корректно использован понятийный аппарат; логичность и ясность изложения – 2 балла; • использованы публикации последних лет – 1 балл; • определена позиция автора; предложен и аргументирован собственный взгляд на проблему – 1 балл;

2. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ПК-1 "Способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радио-электронной и оптической аппаратуры и оборудования"

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
заключительный Уметь: ясно излагать изученный материал,	Сделать доклад на тему "Основные принципы акустооптики" . Сделать доклад на тему "Основные области применения акустооптического взаимодействия". 1	<ul style="list-style-type: none"> • Тема актуальна и сформулирована грамотно – 1 балл; • тема полностью раскрыта в докладе; корректно использован понятийный аппарат; логичность и ясность изложения – 2 балла; • использованы публикации последних лет – 1 балл;

		<ul style="list-style-type: none"> определена позиция автора; предложен и аргументирован собственный взгляд на проблему – 1 балл;
<p>заключительный</p> <p>Знать: такие свойства кристаллов, как симметрия, анизотропия, спайность, физические принципы работы и устройство лазеров и мазеров основных типов, свойства лазерных генерационных активных средств, нелинейные оптические эффекты и явления, возникающие в веществе при прохождении лазерных пучков – самофокусировку лучей, генерации гармоник, трёх- и четырёхфотонных взаимодействиях, назначение и применение лазерной техникии нелинейной оптики в науке, промышленности, военной технике, медицине и биологии; понимать роль процессов спонтанного и вынужденного излучения, а также поглощения в работе лазеров, особенностей и отличия непрерывного и нестационарного режимов работы лазеров;</p>	<p>Оптические волноводы, их свойства и характеристики.</p> <p>Условия отсечки. Распространение оптических волн в плоском волноводе. Потери в волноводе.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Тема раскрыта с опорой на соответствующие понятия и теоретические положения – 4 балла Аргументация на теоретическом уровне неполная, смысл ряда ключевых понятий не объяснен – 1 балл Терминологический аппарат непосредственно не связан с раскрываемой темой – 0 баллов Факты и примеры в полном объеме обосновывают выводы – 3 балла Допущена фактическая ошибка, не приведшая к существенному искажению смысла – 2 балла Допущены фактические и логические ошибки, свидетельствующие о непонимании темы – 0 баллов

2. Типовые контрольные задания для проверки уровня сформированности компетенции ПК-2 "Способность использовать основные методы радиофизических измерений"

Этап формирования компетенции, в котором участвует дисциплина	Типовые контрольные задания для оценки знаний, умений, навыков (2-3 примера)	Показатели и критерии оценивания компетенции, шкала оценивания
<p>заключительный</p> <p>Уметь: применять современные методы и технику при проведении научных исследований;</p>	<p>От чего зависит амплитуда рассеяния электронов</p> <p>При какой схеме накачки инверсию населенностей получить легче</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Тема актуальна и сформулирована грамотно – 1 балл; тема полностью раскрыта в докладе; корректно использован понятийный аппарат; логичность и ясность При четырехуровневой схеме накачки инверсию населенностей получить легче, чем при четырехуровневой. • изложения – 2 балла; • использованы публикации последних лет – 1 балл; • определена позиция автора; предложен и аргументирован собственный взгляд на проблему – 1 балл;
<p>заключительный</p> <p>Знать: основные типы кристаллов, используемых в квантовой и нелинейной оптике, способы выращивания этих кристаллов из расплавов, растворов и газовой фазы, моды пассивных оптических резонаторов;</p>	<p>Кристаллы для лазеров с перестраиваемой частотой.</p> <p>Кристаллы для проходной оптики мощных лазеров.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Тема раскрыта с опорой на соответствующие понятия и теоретические положения – 4 балла • Аргументация на теоретическом уровне неполная, смысл ряда ключевых понятий не объяснен – 1 балл • Терминологический аппарат непосредственно не связан с раскрываемой темой – 0 баллов • Факты и примеры в полном объеме обосновывают выводы – 3 балла • Допущена фактическая ошибка, не приведшая к существенному искажению смысла – 2 балла

		<ul style="list-style-type: none"> • Допущены фактические и логические ошибки, свидетельствующие о непонимании темы – 0 баллов
--	--	---

V. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

а) основная литература:

Элементы квантовой оптики и квантовой механики [Электронный ресурс] : учебное пособие / . — Электрон. текстовые данные. — Новосибирск: Новосибирский государственный аграрный университет, 2012. — 89 с. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/64829.html>

Стафеев С.К. Основы оптики [Электронный ресурс] : учеб. пособие / С.К. Стафеев, К.К. Боярский, Г.Л. Башнина. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 336 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/32822>.

.

б) дополнительная литература

1. Кузнецов, С.И. Курс физики с примерами решения задач. Часть III. Оптика. Основы атомной физики и квантовой механики. Физика атомного ядра и элементарных частиц [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 336 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/53685>.

VI. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины

VII. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

План лабораторных работ

- Лазерные кристаллы.
- Кристаллы оксиды и фториды.
- Кристаллы для проходной оптики мощных лазеров.
- Распространение света в нелинейных оптических средах.
- Основные принципы акустооптики .
- Основные области применения акустооптического взаимодействия.
- Кристаллические элементы интегральной оптики.

Методические рекомендации

Предметом оценки является подготовка студентов к занятиям, работа студентов на практических занятиях, выполнение ими тестовых заданий.

Оценки успеваемости студентов проходит в модульную неделю в соответствии с графиков учебного процесса.

Практические задания по демонстрации компетенций заключаются в устных или письменных ответах на поставленные преподавателем или составленным самими студентами вопросы (традиционные или в форме тестов). При этом оценивается обоснованность ответа, ясность и последовательность изложения мысли. Такая демонстрация компетенций проверяет уровень владения теоретическим и практическим материалом.

Текущий контроль успеваемости

- Типовые тесты

Вариант 1

1. Оптическая индикатриса для кристаллов средней категории – это сфера.
2. Рассеивающей материей для рентгеновского излучения является ядерная плотность.
3. Размерность вектора \bar{S} – обратная длина (L⁻¹).
4. Жидкостные лазеры – это лазеры на конденсированных средах
5. При оптической накачке в случае малых коэффициентов поглощения света наибольшая плотность энергии наблюдается в поверхностных слоях стержня.
6. Спектральная плотность излучения АЧТ зависит только от длины волны λ .
7. В методе коноскопии используется параллельный пучок света, падающий на исследуемый кристалл.
8. Удвоение частоты – это трехфотонный непараметрический процесс.
9. Если a_1 – параметр ячейки, a_2^* – вектор обратной решетки для соответствующей координатной плоскости, то $a_1 \cdot a_2^* = 1$
10. Используя только два уровня из неограниченного набора квантовых уровней системы, нельзя осуществить инверсию населенностей.

Вариант 2

1. Точки на рентгенограммах, полученных методом Лауэ – это проекции атомов.
2. В состоянии двухуровневого насыщения невозможно получить инверсию населенности.
3. $\frac{d^2 A}{dt^2} = -(ck)^2 A$ – это уравнение Гельмгольца.
4. Эффект сложения частоты $\omega_0 = \omega_1 + \omega_2$ – это трехфотонный параметрический процесс.
5. При четырехуровневой схеме накачки инверсию населенностей получить легче, чем при трехуровневой.
6. Изохромы кристаллов триклинной сингонии – это окружности.

7. Оптическая индикатриса двуосных кристаллов представляет собой эллипсоид вращения..
8. Коэффициент ослабления рентгеновского излучения $\mu(I = I_0 e^{-\mu x})$ пропорционален атомному номеру элемента Z : $\mu \sim Z$.
9. $\bar{a}_1 \bar{a}_3 = 0$ (\bar{a}_i - векторы прямой решетки).
10. Квантовый выход накачки η зависит от спектрального состава излучения источника накачки

Вариант 3

1. У кристаллов алмаза (кубической структуры) нет оптических осей.
2. Генерация второй гармоники – это нелинейный непараметрический процесс.
3. В формуле для предельного разрешения, даваемого оптической системой, $\delta = 0,61\lambda / \sin u$, u – это угол между осью системы и прямой, проведенной из рассматриваемой точки на край апертурной диафрагмы.
4. Функция $\rho\nu$ зависит только от частоты света и температуры (для АЧТ)

$$5. \quad \bar{a}_i \bar{a}_k^* = \begin{cases} 0, & i = k \\ 1, & i \neq k \end{cases}$$

6. Изохромы двуосных кристаллов представляют окружности.
7. Как только достигается инверсия населенностей, начинается и лазерная генерация.
8. Исторически – первым лазером был лазер на рубине – $Al_2O_3;Cr^{3+}$
9. Минимальные длины волн излучения лазеров соответствуют рентгеновскому диапазону.
10. В полуклассической теории излучения поле волны квантуется, а атомная система считается подчиняющейся уравнениям Максвелла.

Вариант 4

1. При выводе соотношений для мод резонатора считается, что стенки резонатора являются абсолютно непроводящими.
2. Спектральная эффективность накачки η зависит только от распределения спектральной интенсивности света, излучаемого источником накачки I_0 .
3. В формуле Вульфа-Брегга ($2d \sin \theta = m\lambda$) угол θ отсчитывается от поверхности кристалла, а не от перпендикуляра к поверхности кристалла.
4. Нерезонансное двухфотонное поглощение – это нелинейный параметрический процесс.

$$5. \text{ Матрица передачи для рассеивающей линзы может иметь вид: } \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0,3 & 1 \end{pmatrix}.$$

$$6. \quad \bar{a}_1^* \bar{a}_2^* = 0 \quad (\text{кристалл кубический}).$$

7. Нет такой плоскости в кристалле для которой $\bar{S} = \bar{H}_{\text{hkl}} = 0$.
8. Амплитуда рассеяния электронов не зависит от угла рассеяния.
9. Условие фазового согласования (в нелинейных оптических процессах) имеет вид: $\bar{k}_1 + \bar{k}_2 = \bar{k}_0$.
10. Изохромы двуосных кристаллов представляют собой систему концентрических окружностей.

Вариант 5

1. Если векторы \bar{E}, \bar{D} равны друг другу, то вектор \bar{P} равен нулю.
2. Изогиры двуосного кристалла представляют собой темные области, ограниченные гиперболами.

3. В кристаллах любой сингонии $|\bar{a}_i| = |\bar{a}_i^*|^{-1}$

4. $\frac{d^2 A}{dt^2} = -(ck)^2 A$ - это уравнение Гельмгольца

5. Число фотонов в моде для излучения АЧТ при комнатной температуре и в оптическом диапазоне намного меньше единицы $\langle q \rangle \ll 1$
6. Генерация второй гармоники – это двухфотонный параметрический процесс.

7. Условия Лауэ имеют вид:
$$\begin{cases} \bar{a}_1^* \bar{S} = h \\ \bar{a}_2^* \bar{S} = k \\ \bar{a}_3^* \bar{S} = l \end{cases}$$

8. Амплитуда рассеяния нейтронов не зависит от угла рассеяния.
9. Сфера Эвальда имеет в два раза больший радиус, чем сфера ограничения.
10. Показатель преломления рентгеновского излучения меньше единицы.

Вариант 6

1. Если векторы напряженности \bar{E} и индукции \bar{D} равны друг другу, то дипольный момент единицы объема вещества \bar{P} равен нулю.

2. Величина C в матрице $\begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix}$ передачи оптической системы может быть положительной.

3. Рассеивающей материей для рентгеновского излучения является электростатический потенциал.
4. Амплитуда рассеяния электронов не зависит от угла рассеяния.

5. Оптическая индикатриса кристаллов низшей категории представляет собой эллипсоид вращения.
6. В методе коноскопии на кристалл падает сходящийся пучок неполяризованного излучения.
7. Квантовый выход накачки Φ_r не зависит от спектральной интенсивности света, излучаемого лампой Ю.
8. Интенсивность света в брегговском максимуме при акустооптической дифракции прямо пропорциональна акустической мощности, излучаемой пьезопреобразователем.
9. В формуле для предельного разрешения, даваемого оптической системой, величина u – это апертурный угол.
10. Сечение вынужденного излучения зависит от плотности потока квантов с длиной волны, соответствующей лазерному переходу.

Промежуточный контроль проводится в форме зачета, который включает письменные или устные ответы на теоретические вопросы.

Вопросы к зачету

1. Поглощение и усиление света. Тепловые свойства кристаллов и предъявляемые к ним требования.
- 2 Кристаллы соединений, выращиваемые в системе окись иттрия, окись алюминия. Свойства галлиевых гранатов, их выращивание и ростовые дефекты.
3. Кристаллы для лазеров с перестраиваемой частотой.
4. Кристаллы для проходной оптики мощных лазеров.
5. Собственные механизмы оптического разрушения. Несобственные механизмы оптического разрушения поверхности и в объёме.
6. Линейный электрооптический эффект. Уравнение электрооптического эффекта.
7. Распространение света в нелинейных оптических средах.
8. Основные принципы акустооптики .
9. Основные области применения акустооптического взаимодействия.
10. Оптические волноводы, их свойства и характеристики. Условия отсечки. Распространение оптических волн в плоском волноводе. Потери в волноводе.
11. Методы получения волноводов.

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

Процесс обучения включает аудиторные занятия путем проведения лекционных и семинарских занятий, групповые и индивидуальные консультации, текущий контроль

полученных знаний, использование различных форм научно-исследовательской деятельности студентов, самостоятельную работу, а так же проведение итогового контроля.

IX. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Наименование специальных* помещений	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Лекционная аудитория № 227 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)	1. Проектор Panasonic PT-VW340ZE с проекционным экраном 2. Ноутбук (переносной) 3. Комплект учебной мебели на 60 посадочных мест	Adobe Acrobat Reader DC – бесплатно Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017 Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г. Google Chrome – бесплатно MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017
Учебно-научной лаборатории магнитоэлектроники -1№ 109 (170100, Тверская область, г. Тверь, Студенческий пер., д. 12)	Аналого-цифровой преобразователь (модуль АЦП-ЦАП ZET 210"Sigma USB",клемная колодка,предварительный усилитель ZET 410) Модуль АЦП с предусилителем ZET 210 Монитор Samsung TFT 23" F2380 black PVA Принтер HP LaserJet P2055d(CE457A) Сканер P3 Принтер Samsung лазерный Измеритель магнитной индукции 000000000009316 Испытатель транзисторов и диодов Л2-54 Линия волновод Насос вакуумный	Google Chrome – бесплатно Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г. MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017 Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017

Помещения для самостоятельной работы:

Наименование помещений	Оснащенность помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p>Помещение для самостоятельной работы, учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, практики, Компьютерный класс физико-технического факультета. Компьютерная лаборатория робототехнических систем №4а (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)</p>	<p>1. Компьютер RAMEC STORM C2D 4600/160Gb/ 256mB/DVD-RW +Монитор LG TFT 17" L1753S-SF – 12 шт 2. Мультимедийный комплект учебного класса (вариант № 2) Проектор Casio XJ-M140, настенный проекц. экран Lumien 180*180. ноутбук Dell N4050. сумка 15,6", мышь 3. Коммутатор D-Link 10/100/1000mbps 16-portr DGS-1016D 4. Видеокамера IP-FALCON EYE FE-IPC-BL200P, ОнЛайн Трейд ООО 5. Видеокамера IP-FALCON EYE FE-IPC-BL200P, ОнЛайн Трейд ООО 6. Демонстрационное оборудование комплект «LegoMidstormsEV3» 7. Комплект учебной мебели</p>	<p>Adobe Acrobat Reader DC - бесплатно Cadence SPB/OrCAD 16.6 - Государственный контракт на поставку лицензионных программных продуктов 103 - ГК/09 от 15.06.2009 Google Chrome - бесплатно Java SE Development Kit 8 Update 45 (64-bit) - бесплатно Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows – Акт на передачу прав №2129 от 25 октября 2016 г. Lazarus 1.4.0 - бесплатно Lego MINDSTORM EV3 - бесплатно Mathcad 15 M010 - Акт предоставления прав ИС00000027 от 16.09.2011 MATLAB R2012b - Акт предоставления прав № Us000311 от 25.09.2012 Microsoft Express Studio 4 - бесплатно MiKTeX 2.9 - бесплатно MPICH 64-bit – бесплатно MSXML 4.0 SP2 Parser and SDK - бесплатно Microsoft Windows 10 Enterprise - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017 MS Office 365 pro plus - Акт приема-передачи № 369 от 21 июля 2017</p>

Х. Сведения об обновлении рабочей программы дисциплины

№п.п.	Обновленный раздел рабочей программы дисциплины	Описание внесенных изменений	Дата и протокол заседания кафедры, утвердившего изменения
1.	Раздел IV	Реквизиты «Положения о рейтинговой системе обучения и оценки качества учебной работы студентов ТвГУ» и «Положения о	Протокол Совета ФТФ №5 от 31 октября 2017 г.

		промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) студентов ТвГУ»	
2.	Раздел IX	Оснащенность аудиторного фонда для проведения учебных занятий и самостоятельной работы студентов согласно «Справки МТО ООП ...»	Протокол Совета ФТФ №5 от 31 октября 2017 г