

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Смирнов Сергей Николаевич
Должность: врио ректора
Дата подписания: 23.09.2022 14:27:20
Уникальный программный ключ:
69e375c64f7e975d4e8830e7b4fcc2ad1bf35f08

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



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

Рабочая программа дисциплины (с аннотацией)

Оптоэлектроника

Направление подготовки
03.03.03 Радиофизика

Программа подготовки
«Физика и технология радиоэлектронных приборов и устройств»

Для студентов 4 курса очной формы обучения

Составитель:
к.ф.-м.н., доцент Колесников А.И.

Тверь 2017

I. Аннотация

1. Наименование дисциплины в соответствии с учебным планом

Оптоэлектроника

2. Цель и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины является: изучение физических принципов работы, а также характеристик и сферы применения современных оптоэлектронных устройств. Они рассматриваются как различные варианты пространственно-временных модуляторов света. Большое внимание уделено новым оптоэлектронным материалам: нелинейным и лазерным генерационным средам, фотохромным веществам, полупроводниковым и жидким кристаллам.

Рассматриваются физические принципы действия и сферы применения оптоэлектронных устройств нового поколения: адаптивных дисперсионных линий задержки для корреляции и сжатия импульсов сверхмощных фемтосекундных лазеров; акустооптических процессоров для обработки радиосигналов на фоне помех; волоконнооптических лазеров на основе гибких световодов, легированных ионами редкоземельных элементов, дисковых лазеров; разветвителей и коммутаторов каналов многоканальных оптических линий связи.

Задачами освоения дисциплины являются:

Знание терминологии дисциплины, основных формул, характеризующих процессы взаимодействия света с электрическими и магнитными полями; основных формул, описывающих взаимодействие света с механическими, акустическими, электрическими и магнитными полями, а также структурными дефектами реальной решетки кристаллов.

Умение ориентироваться в классической и современной научно-технической литературе, связанной с оптоэлектроникой.

Владение математическими методами обработки результатов экспериментальных исследований, связанных с модуляцией света и взаимодействием света с веществом, техническими навыками работы с лазерной, радиоизмерительной и оптической аппаратурой

3. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к дисциплинам по выбору вариативной части учебного плана.

4. Объем дисциплины: 3 зачетные единицы, 108 академических часов, в том числе

контактная работа: лекции 22 часа, лабораторные работы 44 часа; **самостоятельная работа:** 42 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
<p>ОПК-2</p> <p>способность самостоятельно приобретать новые знания, используя современные образовательные информационные технологии</p>	<p>Владеть: навыками поиска информации в сети Интернет;</p> <p>Уметь: самостоятельно приобретать знания, используя современное оборудование и информационные технологии</p>
<p>ПК-1</p> <p>способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной и оптической аппаратуры и оборудования</p>	<p>Владеть: навыками наладки, тестирования и использования аппаратуры для оптоэлектроники.</p> <p>Уметь: проводить исследования влияния физических воздействий на параметры светового луча с помощью лазерной, радиоизмерительной и оптической аппаратуры</p> <p>Знать: терминологию дисциплины, физические принципы работы, характеристики и сферы применения современных оптоэлектронных устройств, основные формулы, характеризующие процессы взаимодействия света с электрическими и магнитными полями</p>

6. Форма промежуточной аттестации

зачет в 8 семестре

7. Язык преподавания русский.

II. Структура дисциплины

1. Структура дисциплины для студентов очной формы обучения

Учебная программа – наименование разделов и тем	Всего (час.)	Контактная работа (час.)		Самостоятельная работа (час.)
		Лекции	Практические	

			(лабораторные) работы	
1. Исторический очерк развития оптоэлектроники и лазерной техники. Назначение и классификация оптоэлектронных устройств	4	2		2
2. Источники некогерентного излучения. Лампы, штифт Нернста, люминесцентные и газоразрядные источники излучения. Импульсные источники излучения. Естественные источники излучения	4	2		2
3. Лазеры. Свойства лазерного излучения. Типы лазеров. Моды резонатора. Принцип работы лазера. Схемы накачки. Механизмы уширения линий. Режимы работы лазеров.	8	4		4
4. Приемники излучения. Классификация приемников излучения. Параметры и характеристики приемников излучений. Приемники на основе внутреннего и внешнего фотоэффекта. Многоэлементные приемники излучения. Тепловые приемники излучения.	8	4		4
5. Пространственные модуляторы света. Методы модуляции света в оптоэлектронных материалах. Электрически управляемые модуляторы. Оптически управляемые модуляторы. Системы обработки информации с пространственно-временными модуляторами света	6	2		4
6. Акустоэлектронные устройства. Физические основы а/э взаимодействия. Дифракционные режимы Брэгга и Рамана - Ната. Коэффициент акустооптического качества. Типы акустоэлектронных устройств. Дефлекторы. Фильтры. Процессоры. Акустоэлектронные материалы.	4	2		2

Характеристики акустоэлектронных устройств. Применение акустоэлектронных устройств				
7. Оптические запоминающие устройства.	6	2		4
8. Оптоэлектронные интегральные микросхемы.	8	4		4
<i>Лабораторные работы</i>				
1. Коноскопические картины в одноосных и двуосных кристаллах. Коноскопия кристаллов парателлурита в монохроматическом свете. Коноскопия кристаллов парателлурита с использованием поляризационного микроскопа. Исследование аномальной опти-ческой двуосности одноосных кристаллов. Интерференционные картины в кристаллах при параллельном падении лучей.	10		6	4
2. Определение плотности дислокаций в монокристаллах парателлурита. Методы резки, шлифовки и полировки диэлектрических кристаллов. Травление монокристаллов парателлурита в щелочах и галогеноводородных кислотах. Определение плотности дислокаций в кристаллах парателлурита путем подсчета ямок травления. Исследование секториального распределения дислокаций по пирамидам роста различных граней.	8		6	2
3. Проявление гиротропии при рассеянии света в кристаллах. Определение удельного вращения кристаллов парателлурита.	8		6	2
4. Рассеяние света в полупроводниковых кристаллах. Излучение индикатрисы рассеяния ИК излучения в кристаллах кремния. Малоугловое рассеяние ИК излучения в кристаллах германия.	8		6	2
5. Изучение параметров акусто-	8		6	2

оптических устройств.				
6. Изучение устройства лазера и свойств лазерного излучения	8		6	2
7. Расчет характеристик распространения ультразвуковых волн в кристаллах	10		8	2
ИТОГО	108	22	44	42

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

- планы лабораторных занятий,
- методические рекомендации
- тестовые задания
- итоговый контроль
- требования к рейтинг контролю

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

Форма проведения промежуточного контроля: студенты, освоившие программу курса «Оптоэлектроника» 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-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
Владеть: навыками поиска информации в	Сделать доклад на тему	• Тема актуальна и

<p>сети Интернет;</p>	<p>"Свойства лазерного излучения"</p> <p>Сделать доклад на тему "Акустоэлектронные устройства".</p>	<p>сформулирована грамотно – 1 балл;</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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;
<p>Уметь: самостоятельно приобретать знания, используя современное оборудование и информационные технологии</p>	<p>Указать каким образом в оптроне связаны источник и приемник света</p> <p>Чем отличается оптоэлектроника от вакуумной электроники и полупроводниковой электроники</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-1 "Способность понимать принципы работы и методы эксплуатации современной радиоэлектронной 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
<p>Владеть: навыками наладки, тестирования и использования аппаратуры для оптоэлектроники.</p>	<p>Какой диапазон используется в волоконной оптике</p> <p>Какова пропускная способность оптических каналов</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 изложения – 2 балла; • использованы публикации последних лет – 1 балл; • определена позиция автора; предложен и аргументирован собственный взгляд на проблему – 1 балл;
<p>Уметь: проводить исследования влияния физических воздействий на параметры светового луча с помощью лазерной, радиоизмерительной и оптической аппаратуры</p>	<p>Приемники на основе внутреннего и внешнего фотоэффекта.</p> <p>Влияние плотности дислокаций в кристаллах парателлуриата на его свойства</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

		<p>ошибка, не приведшая к существенному искажению смысла – 2 балла</p> <ul style="list-style-type: none"> • Допущены фактические и логические ошибки, свидетельствующие о непонимании темы – 0 баллов
<p>Знать: терминологию дисциплины, физические принципы работы, характеристики и сферы применения современных оптоэлектронных устройств, основные формулы, характеризующие процессы взаимодействия света с электрическими и магнитными полями</p>	<p>Физические основы а/э взаимодействия.</p> <p>Дифракционные режимы Брэгга и Рамана - Ната. Коэффициент акустооптического качества.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Тема раскрыта с опорой на соответствующие понятия и теоретические положения – 4 балла • Факты и примеры в полном объеме обосновывают выводы – 4 балла • Ответ характеризуется композиционной цельностью, соблюдена логическая последовательность – 3 балла

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

а) основная литература:

1. Игнатов А. Н. Оптоэлектроника и нанофотоника [Электронный ресурс]: учеб. пособие. — СПб.: Лань, 2017. — 596 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/95150>.

б) дополнительная литература:

1. Коротеева Л. И. Технология и оборудование для получения волокон и нитей специального назначения: Учебное пособие. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 288 с. - Электронный ресурс. - Режим доступа: <http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=488383>

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

VII. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

План лабораторных работ

1. Коноскопические картины в одноосных и двуосных кристаллах.

Коноскопия кристаллов парателлурита в монохроматическом свете.

Коноскопия кристаллов парателлурита с использованием поляризационного микроскопа.

Исследование аномальной оптической двуосности одноосных кристаллов.

Интерференционные картины в кристаллах при параллельном падении лучей.

2. Определение плотности дислокаций в монокристаллах парателлурита.

Методы резки, шлифовки и полировки диэлектрических кристаллов.

Травление монокристаллов парателлурита в щелочах и галогеноводородных кислотах.

Определение плотности дислокаций в кристаллах парателлурита путем подсчета ямок травления.

Исследование секториального распределения дислокаций по пирамидам роста различных граней.

3. Проявление гиротропии при рассеянии света в кристаллах.

Определение удельного вращения кристаллов парателлурита.

4. Рассеяние света в полупроводниковых кристаллах.

Излучение индикатрисы рассеяния ИК излучения в кристаллах кремния.

Малоугловое рассеяние ИК излучения в кристаллах германия.

5. Изучение параметров акустооптических устройств.

6. Изучение устройства лазера и свойств лазерного излучения

7. Расчет характеристик расп-ространения ультразвуковых волн в кристаллах

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.

Типовые тесты

Вариант 1

Указать неправильные утверждения:

- а) В оптроне источник и приемник света связан электрически.
- б) В световодах центральная часть окружена внешней оболочкой с меньшим показателем преломления.
- в) Интегральная чувствительность фоторезистора S определяется выражением $S=i_{\phi}/\Phi$, где i_{ϕ} – фототок, Φ – световой поток.
- г) К ПВМС относятся модуляторы типа свет-свет.
- д) Телевизионный стандарт означает возможность переключения за время 1/20 сек. для 1000x1000 разрешимых элементов.

Вариант 2

Указать правильные утверждения:

- а) Долговременная память требует специального сигнала для возвращения материала в исходное оптическое состояние.
- б) Наибольшая эффективность преобразования оптического сигнала η определяется отношением: $\eta = \tilde{I}_{\text{вых}} / I_{\text{вх}}$, где $I_{\text{вх}}$ – интенсивность сигнала на входе ПВМС, $\tilde{I}_{\text{вых}}$ – интенсивность выходного сигнала.
- в) Носителем информации в когерентно-оптических системах, оперирующих в динамическом режиме, является модулируемый во времени и пространстве лазерный луч.
- г) Вольт-амперная характеристика фотодиода может проходить через второй квадрант.
- д) В фоторезисторах полупроводниковый кристалл заключен между невыпрямляющими контактами металл-полупроводник.

Вариант 3

Указать неправильные утверждения:

- а) Оптоэлектроника отличается от вакуумной электроники и полупроводниковой электроники наличием оптической связи.
- б) Световоды всегда работают в одномодовом режиме.
- в) Оптопары всегда имеют закрытый оптический канал.
- г) Эффект Поккельса может наблюдаться в кристаллах тригональной сингонии.
- д) При продольном эффекте Поккельса свет в кристалле распространяется в направлении, перпендикулярном приложенному электрическому полю.

Вариант 4

Указать правильные утверждения:

- а) типичные значения для полуволновых напряжений в кристаллах – единицы вольт.
- б) Обязательным элементом в оптопаре является фотодиод.
- в) Фотодиоды могут использоваться в режиме фотогенератора.
- г) Тангенс угла диэлектрических потерь равен отношению мнимой и действительной частей диэлектрической проницаемости среды.
- д) Эффект Франца-Келдыша в полупроводниках практически безынерционен (10-13с).

Вариант 5

Указать неправильные утверждения:

- а) Окрашивание электрохромных материалов происходит в результате окислительно-восстановительных реакций, в которых участвуют электроны.
- б) Структура ПЗС работает по двухфазной схеме.
- в) Эффект Франца-Келдыша заключается в наблюдаемом во внешнем электрическом поле сдвига края фундаментальной полосы поглощения полупроводников.
- г) Полоса пропускания типичных многомодовых волоконных световодов со ступенчатым профилем составляет 200-300 кГц.км.
- д) Для излучающих диодов, работающих в ИК диапазоне, используют такую характеристику, как зависимость яркости излучения L от тока диода i .

Вариант 6

Указать правильные утверждения:

- а) Структура ПЗС работает по четырехфазной схеме.
- б) Диапазон 1,26-1,32 мкм используется в волоконной оптике потому, что в этом диапазоне имеются линии излучения некоторых полупроводниковых лазеров.
- в) В оптоэлектронных приборах реализована полная гальваническая развязка источников и приемников излучения.
- г) Гетеропереходы используются в том числе и в светоизлучающих диодах.
- д) Модуляция поляризации света может происходить вследствие переориентации молекул жидкого кристалла.

Вариант 7

Указать неправильные утверждения:

- а) При цифровой обработке сигналов требуемое контрастное отношение должно быть выше, чем при обработке атомов и изображений.

- б) Пропускная способность оптических каналов больше, чем электронных.
- в) Эффект Поккельса – это квадратичный (по полю) электрооптический эффект.
- г) Электрооптические коэффициенты представляются в виде тензора четвертого ранга.
- д) При поперечном электрооптическом эффекте поперечное напряжение меньше, чем при продольном электрооптическом эффекте.

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

1. Оптоэлектроника как область оптроники.
2. Основные элементы оптоэлектроники: источники света, оптические среды (активные и пассивные), фотоприемники.
3. Фотосопротивления, фотодиоды, фототиристоры, фототранзисторы.
4. Оптроны. Интегральные оптические схемы. Светоизлучающие диоды.
5. Оптические волноводы. Затухание сигнала. Полоса пропускания.
6. Основные типы лазеров: лазеры на оксидных кристаллах и стеклах, полупроводниковые лазеры, газовые лазеры, эксимерные лазеры.
7. Свойства лазерного излучения: когерентность, яркость, направленность, мощность, спектральная ширина излучения (монохроматичность), пятнистая картина.
8. Вынужденное и спонтанное излучение. Поглощение.
9. Принципы работы лазера.
10. Моды резонатора.
11. Матрицы передачи для различных оптических систем.
12. Схемы накачки активной среды.
13. Коэффициент полезного действия накачки.
14. Механизмы уширения линий излучения.
15. Насыщение.
16. Непрерывный и импульсный режимы работы лазеров.
17. Модуляция добротности.
18. Основные эффекты нелинейной оптики: генерация гармоник, самофокусировка света.
19. Пространственно-временные модуляторы света ПВМС. Назначение и типы ПВМС. Основные параметры ПВМС.
20. Модуляция света на основе электрооптических эффектов Локкельса и Керра.
21. Модуляция света на основе магнитооптического эффекта Фарадея.
22. Модуляция света на основе жидких кристаллов. Твист-эффект.

23. Дифракция света на ультразвуковых волнах. Режимы дифракции Рамана-Ната и Брэгга. Коэффициент акустооптического качества.
24. Акустооптические устройства: модуляторы, фильтры, дефлекторы, процессоры. Векторные диаграммы.
25. Приборы с зарядовой связью. ПЗС-матрицы.
26. Модуляция света на основе изменения коэффициента поглощения среды. Экситоны. Эффект Франца-Келдыша.

Требования к рейтинг-контролю

Оценка знаний студентов осуществляется по результатам успеваемости и оценивается по 100 – бальной системе. Семестр делится на два модуля.

Дисциплина «Технологические аспекты преобразования энергии» заканчивается зачетом в 8 семестре. Согласно нормативно – методическим материалам рейтинговой системы оценки качества учебной работы студентов ТвГУ, студент по предмету для получения зачета должен набрать за семестр не менее 50 баллов. Учащиеся, набравшие менее 20 балловздают теоретический зачет в конце семестра.

1 контрольная точка. По текущей работе студента – 21 баллов. Итоговый контроль за модуль – 9 баллов. Всего 30 баллов.

2 контрольная точка. По текущей работе студента – 21 баллов. Итоговый контроль за модуль – 9 баллов. Премияльные за выполнение и сдачу всех лабораторных работ 20 баллов. Выступление с докладом – 20 баллов. Всего 70 баллов.

Баллы по текущей работе студента начисляются за следующие виды работ:

- лабораторные работы – 7 баллов;
- выступление с докладом – 20 баллов;
- модульная контрольная работа – максимум 9 баллов.

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
Учебно-научная лаборатория радиоэлектроники и микроэлектроники № 25 (170002 Тверская обл., г. Тверь, Садовый пер., д. 35)	1 Монитор СТХ 2 Компьютер Intel Original LGA1155 Core i5-3470, монитор AOC 23" e2370Sd 3 Компьютер Intel Original LGA1155 Core i5-3470, монитор AOC 23" e2370Sd 4 Осциллограф цифровой WA 102 5 Компьютер iRU Corp 510 I5-2400/4096/500/G210-512/DVD-RW/W7S/монитор E-Machines E220HQVB 21.5" 6 Принтер Samsung лазерный 7 Принтер Samsung лазерный 8 Спектрометр ИКС-29 9 Программно-аппаратный комплекс для микроанализа и морфологического анализа поверхности (микроскоп) 10 Дифрактометр рентгеновский ДСО-2 для уточнения ориентации монокристаллов 11 Электронно-оптический комплекс для анализа морфологии кристаллов NanoMap-1000WLI 12 Тепловизор FLIR T250 в комплекте 13 Вольметр цифровой В7-78/2	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
Помещение для самостоятельной работы, учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа,	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	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

<p>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>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>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 (или модуля)	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 промежуточной аттестации (экзаменах и зачетах) студентов ТвГУ»	Протокол Совета ФТФ №5 от 31 октября 2017 г.
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.