

УТВЕРЖДАЮ
Проректор-директор ИФВТ
_____ А.Н. Яковлев
« ___ » _____ 2013 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФИЗИКА И ТЕХНИКА МОЩНЫХ РАДИАЦИОННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Направление ООП: **200400 «Оптотехника»**

Профиль подготовки: **«Методы и техника импульсных оптико-физических исследований»**

Квалификация (степень): магистр

Базовый учебный план приема 2013 г.

Курс 2; семестр 3;

Количество кредитов: 3

Код дисциплины

Виды учебной деятельности	Временной ресурс
Лекции, ч	8
Практические занятия, ч	-
Лабораторные занятия, ч	24
Аудиторные занятия, ч	32
Самостоятельная работа, ч	76
ИТОГО, ч	108

Вид промежуточной аттестации экзамен, диф.зачет

Обеспечивающее подразделение_кафедра лазерной и световой техники

Заведующий кафедрой к.ф-м.н., доцент Яковлев А.Н.

Руководитель ООП д.ф-м.н., профессор Лисицын В.М.

Преподаватель д.ф-м.н., профессор Олешко В.И.

2013 г.

1. Цели освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины магистрант приобретает знания, умения и навыки, обеспечивающие достижение целей Ц1, Ц2, Ц3, Ц5 образовательной программы «Методы и техника импульсных оптико-физических исследований».

Основная цель преподавания дисциплины – изучение нелинейных (пороговых) процессов, инициируемых сильноточными электронными пучками (СЭП) в твердых телах различных классов (диэлектрики, полупроводники, металлы) и их применение в различных областях науки и технологиях.

Дисциплина нацелена на подготовку магистрантов к:

- научно-исследовательской деятельности, направленной на изучение фундаментальных нелинейных процессов, развивающихся в твердых телах различных классов соединений при облучении мощными электронными пучками наносекундной длительности (*стимулированное излучение полупроводников; пластическая деформация, разрушение и электрический пробой твердых диэлектриков и полупроводников; взрывное разложение энергетических материалов; испарение металлов и геологических объектов*);
- деятельности, направленной на разработку новых методов контроля оптических, электрических и механических свойств материалов, основанных на нелинейных физических процессах, развивающихся в твердых телах при их облучении электронными пучками средней и высокой плотности;
- деятельности в междисциплинарных областях, связанных с:
 1. разработкой люминесцентных методов контроля тонкопленочных светодиодных гетероструктур на основе нитрида галлия;
 2. разработкой люминесцентных методов контроля газовой фазы;
 3. изучением механизмов взрывного разложения энергетических материалов;
 4. формированием мощных ударных волн и сверхзвуковых плазменных потоков, образующихся при взрывном разложении энергетических материалов и их воздействием на материалы (взрывные технологии);

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина относится к профессиональному циклу магистерской подготовки (М2.В.2).

Дисциплине (модулю) «Физика и техника мощных радиационных воздействий» предшествует освоение дисциплин (ПРЕРЕКВИЗИТЫ):

- «Физика конденсированного состояния»

Содержание разделов дисциплины (модуля) «Физика и техника мощных радиационных воздействий» согласовано с содержанием дисциплин, изучаемых параллельно (КОРЕКВИЗИТЫ):

- «Методы и техника регистрации оптических процессов»
- «Радиационная физика твердого тела»

3. Результаты освоения дисциплины

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины (модуля) направлено на формирование у студентов следующих компетенций (результатов обучения), в т.ч. в соответствии с ФГОС:

Таблица 1

Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины

Результаты обучения, (коды)	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
Р.1	3.1.1	фундаментальных процессов, развивающихся в твердых телах различных классов при их облучении электронными пучками низкой, средней и высокой плотности;	У.1.1	проводить фундаментальные и прикладные исследования, направленные на разработку новых методов электронно-зондового контроля оптических, электрических и механических свойств материалов с использованием сильноточных электронных	В.1.1	применения полученных знаний для решения конкретной фундаментальной или технологической задачи
	3.1.3	физических процессов, развивающихся в вакуумном диоде ИСУЭ;	У.1.3	использовать современные импульсные электронные ускорители для исследования диэлектриков и полупроводников	В.3.1	работы с литературными источниками и <i>Internet</i> -сайтами с использованием специализированных баз знаний
Р.2	3.2.1	Работы и устройства импульсных сильноточных ускорителей электронов со взрывоэмиссионными катодами	У.2.1	выбирать оборудование для измерения спектральных, кинетических и пространственных характеристик свечений, возникающих при облучении твердых тел различными классами мощными электронными пучками и импульсами рентгеновского излучения	В.2.1	работы с современным оборудованием для решения научно-технических и технологических задач
Р.3	3.3.1	Теории люминесценции	У.3.1	формулировать научно-технические задачи	В.3.1	работы с измерительной оптической техникой

	3.3.2	радиационной физики твердого тела	У.3.2	разрабатывать математические и физические модели процессов, развивающихся в материалах при облучении СЭП	В.3.2	навыками проведения эксперимента с учетом выбора оптимальных методик и оборудования для исследований материалов
	3.3.3	физики и техники мощных радиационных воздействий	У.3.3	самостоятельно обучаться новым методам исследований	В.3.3	рационального определения условий экспериментов, обработки, систематизации и анализа полученных результатов
Р.4	3.4.1	методов регистрации кинетических и спектральных характеристик эрозивной плазмы анодного факела и плазмы, образующейся при взрывном разложении энергетических материалов	У.4.1	использовать оптические приборы для решения задач аналитической спектроскопии	В.4.1	типовыми методиками выполнения оптических измерений различных величин и характеристик
	3.4.2	методов и техники импульсных оптико-физических исследований	У.4.2	осуществлять корректный выбор элементов оптических систем, источников и приемников оптического излучения	В.4.2	работы с импульсной оптической техникой
	3.4.3	методов спектрального анализа	У.4.3	получать и расшифровывать спектрограммы свечения эрозивной плазмы, образующейся при испарении твердых тел СЭП	В.4.3	методами определения спектрально-кинетических характеристик
Р.5	3.5.1	методов научно-технического творчества	У.5.1	Планировать эксперимент для получения данных с целью решения определенной научно-технической задачи	В.5.1	работы с приборами и установками для экспериментальных исследований
	3.5.2	передового отечественного и зарубежного опыта в области физики мощных радиационных воздействий	У.5.2	модернизировать и совершенствовать методики получения и обработки экспериментальных данных	В.5.2	критического подхода при анализе экспериментальных данных
	3.5.3	информационных технологий	У.5.3	систематизировать данные экспериментальных исследований	В.5.3	оформление статей, отчетов, рефератов
Р.6	3.6.1	Традиционных и нетрадиционных методов исследования оптических материалов	У.6.1	Интегрировать знания различных способов измерений и обработки материалов	В.6.1	опытом использования в процессе проведения исследований научнотехнической информации, <i>Internet</i> -ресурсов, баз данных и каталогов

В результате освоения дисциплины (модуля) «Физика и техника мощных радиационных воздействий» студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

Таблица 2

Планируемые результаты освоения дисциплины (модуля)

№ п/п	Результат
РД1	применять научно-технические знания фундаментальных процессов, развивающиеся в твердых телах при их облучении высокоэнергетическими электронными пучками для решения научных и технических задач
РД2	проводить фундаментальные и прикладные исследования, направленные на разработку новых методов электронно-зондового контроля оптических, электрических и механических свойств материалов с использованием высокоэнергетических электронных пучков и мощных потоков рентгеновского излучения
РД3	обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию, передовой отечественный и зарубежный опыт в области физики мощных радиационных воздействий
РД4	применять полученные знания для решения научно-исследовательских задач, возникающих при разработке и внедрении радиационных и взрывных технологий

1. Структура и содержание дисциплины

Раздел I. Высокоэнергетические электронные пучки и физика мощных радиационных воздействий.

Цели и задачи курса. Свойства диэлектриков при высоких уровнях возбуждения. Фундаментальная плазменная люминесценция. Высокоэнергетическая проводимость. Хрупкий раскол диэлектриков и полупроводников. Мощная электронная эмиссия диэлектриков. Физические модели, объясняющие плотностные эффекты.

Виды учебной деятельности:

Лекция №1. Свойства диэлектриков при высоких уровнях возбуждения.

Лабораторная работа №1. Диагностика высокоэнергетических электронных пучков.

Раздел II. Акустические эффекты в твердых телах под действием интенсивных электронных пучков. Генерация динамических напряжений в щелочно-галогенидных кристаллах (ЩГК) при облучении высокоэнергетическими электронными пучками (СЭП). Термоупругая модель и основные приближения. Применение акустической реакции твердых тел для дозиметрии СЭП. Меха-

низмы разрушения твердых тел при облучении СЭП. Периодические структуры разрушений в ЦГК.

Лабораторная работа № 2. Генерация динамических напряжений в твердых телах при облучении электронным пучком.

Раздел III. Электрический пробой и разрушение диэлектриков при облучении сильноточным электронным пучком. Общие закономерности развития электрических разрядов в диэлектриках и полупроводниках при облучении сильноточным электронным пучком. Пространственные, спектральные и кинетические характеристики свечения электрических разрядов. Морфология разрушений. Эмиссия электронов из канала электрического пробоя. Оценка энергии выделяющейся в канале электрического пробоя, инициированного СЭП.

Лекция № 2. Электроразрядные эффекты в диэлектриках и полупроводниках под действием интенсивных электронных пучков.

Лабораторная работа № 3. Электрический пробой диэлектриков при облучении электронным пучком.

Раздел IV. Тепловой взрыв материалов при облучении электронным пучком. Филаментация и самофокусировка электронного пучка в вакуумном диоде электронного ускорителя ГИН - 600. Испарение и разлет эрозионной плазмы при воздействии самосфокусированного электронного пучка на металлы. Расчет пороговой мощности сильноточного электронного пучка, необходимой для испарения твердых тел различных классов. Спектральные и кинетические характеристики свечения анодного факела свободно расширяющегося в вакуум и взаимодействующего с твердотельной преградой.

Лекция №3. Тепловой взрыв материалов при облучении электронным пучком.

Лабораторная работа № 4. Самофокусировка сильноточного электронного пучка в вакуумном диоде ускорителя электронов.

Раздел V. Применение сильноточных электронных пучков в науке и технологиях. Люминесцентный контроль тонкопленочных светодиодных гетероструктур. Атомный спектральный анализ твердых тел. Молекулярный спектральный анализ газовой фазы. Изучение механизмов взрывного разложения энергетических материалов при инициировании СЭП. Исследование динамического разрушения металлов под действием интенсивных ударных волн. Генерация высокоэнтальпийных плазменных потоков с регулируемым элементным составом и их применение для модификации свойств материалов.

Лекция № 4. Применение сильноточных электронных пучков для контроля и анализа материалов.

5. Образовательные технологии

При изучении дисциплины «Физика и техника мощных радиационных воздействий» используются следующие образовательные технологии:

Таблица 3

Методы и формы организации обучения

ФОО	Лекц.	Лаб. раб.	Пр. зан./ сем.,	СРС
Методы				
IT-методы	х	х		х
Работа в команде	х	х		
Методы проблемного обучения	х	х		
Обучение на основе опыта	х	х		
Опережающая самостоятельная работа	х	х		х
Проектный метод				
Поисковый метод		х		х
Исследовательский метод	х	х		х

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1. Виды и формы самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает:

- работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и источников информации по индивидуально заданной проблеме курса;
- подготовка к лабораторным работам;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подготовка к контрольной работе и коллоквиуму, к зачету, экзамену;

Творческая самостоятельная работа включает:

- поиск, анализ, структурирование и презентация информации;
- выполнение курсового проекта;
- исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях;
- анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме;

6.2. Содержание самостоятельной работы по дисциплине

Темы, выносимые на самостоятельную проработку.

- Механизмы разрушения диэлектриков и полупроводников при облучении сильноточным электронным пучком.
- Мощная электронная эмиссия диэлектриков.
- Механизмы инициирования энергетических материалов сильноточным электронным пучком (СЭП).
- Спектры взрывного свечения инициирующих и бризантных взрывчатых веществ.
- Самофокусировка СЭП в вакуумном диоде сильноточного ускорителя электронов.
- Применение СЭП для контроля и анализа материалов.
- Формирование объемных электрических разрядов в газовой фазе с применением СЭП.
- Откол металлов под действием интенсивных ударных волн, генерируемых взрывом.
- Генерация высокоэнтальпийных плазменных потоков с регулируемым элементным составом.

Темы курсовых проектов.

- Расчет пороговой плотности потока мощности сильноточного электронного пучка \dot{q} , необходимой для испарения металлических мишеней: 1) Al; 2) Bi; 3) Cu; 4) Fe; 5) Mo; 6) Pb; 7) Sn.
- Расчет уровня возбуждения G , (пар/см³ · с) кристаллов: 1) ZnSe, CdS, 2) ZnS, 3) CdSe, 4) GaN, 5) Al₂O₃, 6) CaF₂; 7) NaCl при их облучении электронным пучком с плотностью энергии $H = 0,1$ и $H = 1$ Дж/см²
- Расчет механических напряжений P , возникающие в облучаемых электронным пучком материалах: 1) Al, 2) Cu, 3) Pb, 4) ZnSe, 5) CdS, 6) ZnS, 7) KCl при плотностях энергии электронного пучка - 1,0 и 10 Дж/см².

Темы, прорабатываемые с помощью Интернет-тренажеров:

- Молекулярный спектральный анализ газовой фазы.
- Люминесцентный контроль тонкопленочных светодиодных гетероструктур.
- Плазмодинамические источники оптического излучения.

6.3. Контроль самостоятельной работы

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом:

- в ходе текущей и промежуточной аттестаций;
- в процессе выполнения и защиты лабораторных работ;
- по результатам защиты курсовых проектов.

При выполнении самостоятельной работы рекомендуется использовать:

- основную и дополнительную литературу по дисциплине.
- учебно-методические материалы, размещенные на персональном сайте преподавателя;

7. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам следующих контролируемых мероприятий:

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
1. Контрольные работы (две в течение семестра)	РД1, РД2, РД3, РД4
2. Выполнение и защита результатов лабораторных работ	
3. Выполнение и защита курсовых проектов	
4. Диф. зачет	
5. Экзамен	

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролируемых мероприятий предусмотрены следующие средства (фонд оценочных средств) (*с примерами*):

- контрольные вопросы, задаваемых при выполнении и защитах лабораторных работ;
- вопросы для самоконтроля;
- вопросы, выносимые на экзамены и зачеты.

Примеры вопросов для самоконтроля

1. Объясните устройство и принцип работы импульсного электронного ускорителя на основе взрывной электронной эмиссии.
2. Дайте определение взрывной электронной эмиссии.
3. Что такое вакуумный диод, из каких частей он состоит?

4. Приведите параметры сильноточных электронных пучков (СЭП), формируемых в вакуумных диодах сильноточных электронных ускорителей.
5. Перечислите основные физические процессы, которые развиваются в вакуумном диоде при поступлении на катод высоковольтного импульса напряжения.
6. Каковы причины образования и свойства катодной плазмы?
7. Перечислите физические причины, приводящие к формированию анодного факела.
8. Способы измерения энергетического спектра СЭП.
9. Самофокусировка СЭП в вакуумном диоде сильноточного ускорителя электронов.
10. Фундаментальная плазменная люминесценция.
11. Высокоэнергетическая проводимость.
12. Хрупкий раскол диэлектриков и полупроводников.
13. Механизм возбуждения стримерных разрядов в диэлектриках и полупроводниках при облучении сильноточными электронными пучками.
14. Катодные и анодные стримерные разряды в полупроводниках и диэлектриках. Излучательные характеристики стримерных разрядов.
15. Перечислите главные факторы разрушающего воздействия СЭП на диэлектрики и полупроводники.
16. Акустические волны в твердых телах формируемые СЭП. Явление откола.
17. Объемный электрический разряд в атмосферном воздухе, индуцированный СЭП (излучательные характеристики объемного разряда; убегающие электроны).
18. Инициирование энергетических материалов СЭП.

8. Рейтинг качества освоения дисциплины (модуля)

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 77/од от 29.11.2011 г.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

- текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);
- промежуточная аттестация (экзамен, зачет) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене (зачете) студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

В соответствии с «Календарным планом выполнения курсового проекта (работы)»:

- текущая аттестация (оценка качества выполнения разделов и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 22 баллов);
- промежуточная аттестация (защита проекта (работы)) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), по результатам защиты студент должен набрать не менее 33 баллов).

Итоговый рейтинг выполнения курсового проекта (работы) определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.
(при наличии курсового проекта)

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Месяц Г.А. Импульсная энергетика и электроника. М.: Наука.–2004. 704 с.
2. Бойко В.И., Скворцов В.А., Фортон В.Е. Взаимодействие импульсных пучков заряженных частиц с веществом. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 288 с.
3. Высокоэнергетическая электроника твердого тела / Под ред. Д.И. Вайсбурда.- Новосибирск: Наука, 1982. - 227с.
4. Абрамян Е.А., Альтеркоп Б.А., Кулешов Г.Д. Интенсивные электронные пучки.– М.: Энергоатомиздат, 1984. - 232 с.
5. Тарумов Э.Э. Получение и фокусировка сильноточных релятивистских электронных пучков в диодах // Генерация и фокусировка сильноточных релятивистских электронных пучков / Под ред. Л.И. Рудакова. М., 1990. С.122.

Дополнительная литература:

1. Афанасьев Ю.А., Крохин О.Н. Физика высоких плотностей энергии / Под ред. П. Кольдиры и И. Кнорфеля: Пер. с англ. – М.: Мир. 1974. 320 с.
2. Месяц Г.А., Проскуровский Д.И. Импульсный электрический разряд в вакууме.– Новосибирск: Наука, 1984.–256 с.
3. Очкин В.Н. Спектроскопия низкотемпературной плазмы. М.: Физматлит, 2006. 472 с.
4. Олешко В.И. Спектральный элементный анализ с использованием мощных электронных пучков. Учебное пособие. Томск. 2012.- 96 с.

5. Научные журналы:

- Вайсбурд Д.И., Месяц Г.А. Сильноточные электронные ускорители. Физика мощных радиационных воздействий // Вестник АН СССР.- 1983.- № 1.- С. 62 - 70.
- Ионас Дж. Термоядерная энергия и пучки заряженных частиц // Успехи физических наук. 1981. - Т. 133. - Вып. 1. - С.159 – 180.
- Бабыкин В.М., Рудаков Л.И., Скорюпин В.А. и др. Инерционный термоядерный синтез на основе сильноточных генераторов РЭП // Физика плазмы. 1982. Т. 8, вып. 5. С.901–914.
- Ковальчук Б.М., Месяц Г.А., Семин Б.М., Шпак В.Г. Сильноточный наносекундный ускоритель для исследования быстропротекающих процессов // ПТЭ. – 1981. - № 4. – С. 15 – 18.
- Вайсбурд Д.И., Семин Б.Н., Таванов Э.Г. и др. Наносекундная релаксация проводимости и спектры люминесценции ионных кристаллов при сверхплотном возбуждении мощным пучком электронов // Изв. АН СССР. Сер. физ.- 1974.- Т.38. - N 6.- С. 1281 - 1284.
- Балычев И.Н., Вайсбурд Д.И., Геринг Г.И. Мощная пороговая эмиссия диэлектриков при облучении наносекундными электронными пучками большой плотности // Изв. ВУЗов, Физика.- 1975.- N 3.- С. 157 - 158.
- Вайсбурд Д.И., Твердохлебов С.И., Тухватуллин Т.А. Критическая (взрывная) электронная эмиссия из диэлектриков, индуцированная инжекцией плотного пучка электронов // Изв. ВУЗов. Физика. – 1997.– Т.40. -№ 11.- С. 45 – 68.
- Вайсбурд Д.И., Балычев И.Н. Разрушение твердых тел в результате сверхплотного возбуждения их электронной подсистемы // Письма в ЖЭТФ.- 1972. - Т.15.- В.9. - С. 537-540.
- Лисицын В.М., Олешко В.И. Электрический пробой ЩГК при импульсном облучении сильноточными электронными пучками // Письма в ЖТФ. - 1983. - Т.9. - № 1. - С. 15 -18.
- Олешко В.И., Штанько В.Ф. Механизм разрушения высокоомных материалов под действием мощных электронных пучков наносекундной длительности // ФТТ. - 1987. - Т.29. - В. 2. - С. 320 - 324.
- Лисицын В.М., Олешко В.И., Штанько В.Ф. Кумуляция энергии сильноточных электронных пучков в твердом диэлектрике // ЖТФ. - 1985. - Т.55. - В. 9. - С. 1881.
- Штанько В.Ф., Олешко В.И., Инякин В.Н. Пластическая деформация щелочно-галогенидных кристаллов, облученных плотным электронным пучком наносекундной длительности //ФХОМ. - 1988. - № 6. - С. 11-13.
- Лисицын В.М., Олешко В.И., Штанько В.Ф. Образование периодической структуры разрушений в NaCl под действием мощного пучка наносекундной длительности // Письма в ЖТФ. - 1985. - Т.11. - № 24. - С.1478 - 1481.
- Адуев Б.П., Алукер Э.Д., Швайко В.Н. Радиационно-индуцированная проводимость кристаллов α -Al₂O₃ // ФТТ.- 1997.- Т.39.- В.11.- С.1995 – 1996.

- Олешко В. И. , Лисицын В. М. , Скрипин А. С. И др. Электрический пробой и взрывное разложение монокристаллов тетрагидрата пентаэритрита при облучении электронным пучком // Письма в журнал технической физики. - 2012 - Т. 38, Вып. 9 - С. 37-43

Интернет-ресурсы: <http://www.avantes.net/avalibs.php.htm> – сайт компании "Avantes", поставщика автоматизированных спектрометров, в том числе для лазерной атомно-эмиссионной спектроскопии.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., количество установок
1	Научно-учебная лаборатория импульсной оптической спектроскопии. Оборудование: Импульсный спектрометр с наносекундным временным разрешением. В состав спектрометра входят: 1. Импульсный ускоритель электронов на базе ГИН-600. 2. Монохроматор МДР-23. 3. Цифровой фотоаппарат SONY α 500. 4. Спектральные лампы ЛСП-1 с блоком питания. 5. Цифровые осциллографы - TDS -2014 и DPO – 3034. 6. Спектрометр AvaSpec 2048-2. 7. Цилиндр Фарадея. 8. Пьезодатчик. 9. Фотоэлектронные умножители: ФЭУ - 97, 118 10. Компьютер. 11. Азотный лазер NL-100 (4 нс; 0,7 мДж). 12. Оптический микроскоп МБС-10. 13. Микровизор проходящего света mVizo – 101.	10 кор., 036 ауд., 1 установка.

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению 200400 «Опготехника» и профилю подготовки «Методы и техника импульсных оптико-физических исследований»

Программа одобрена на заседании кафедры
лазерной и световой техники

(протокол № _____ от «___» _____ 2013 г.).

Автор Олешко В.И.

Рецензент _____