

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Галунин Сергей Александрович
Должность: проректор по учебной работе
Дата подписания: 10.07.2023 15:48:39
Уникальный программный ключ:
08ef34338325bdb0ac5a47baa5472ce36cc3fc3b

Приложение к ОПОП
«Квантовая и оптическая электроника»



СПбГЭТУ «ЛЭТИ»
ПЕРВЫЙ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЙ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И.Ульянова (Ленина)»
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

ДИСЦИПЛИНЫ

«ВВЕДЕНИЕ В ОПТИКУ ТВЕРДОГО ТЕЛА»

для подготовки бакалавров

по направлению

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

по профилю

«Квантовая и оптическая электроника»

Санкт-Петербург

2022

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Разработчики:

профессор, д.ф.-м.н. Немов С. А.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Фот
16.05.2022, протокол № 2/22

Рабочая программа рассмотрена и одобрена учебно-методической комиссией
ФЭЛ, 16.06.2022, протокол № 3/22

Согласовано в ИС ИОТ

Начальник ОМОЛА Загороднюк О.В.

1 СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Обеспечивающий факультет	ФЭЛ
Обеспечивающая кафедра	Фот
Общая трудоемкость (ЗЕТ)	4
Курс	3
Семестр	6
Виды занятий	
Лекции (академ. часов)	34
Практические занятия (академ. часов)	51
Иная контактная работа (академ. часов)	1
Все контактные часы (академ. часов)	86
Самостоятельная работа, включая часы на контроль (академ. часов)	58
Всего (академ. часов)	144
Вид промежуточной аттестации	
Экзамен (курс)	3

2 АННОТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

«ВВЕДЕНИЕ В ОПТИКУ ТВЕРДОГО ТЕЛА»

Изучается взаимодействие элементарных возбуждений твердого тела с электромагнитным полем. Особое внимание уделяется взаимодействию оптических фононов, электронов проводимости и дырок с фотонами, а также влиянию внешних электрического и магнитного полей на поглощение фотонов.

SUBJECT SUMMARY

«INTRODUCTION TO SOLID STATE OPTICS»

Interaction of elementary excitations in solids with the electromagnetic field is studied. Particular attention is paid to interaction of optical phonons, conductivity electrons and holes with photons and to the external electric and magnetic fields effect on the photon absorption.

3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

3.1 Цели и задачи дисциплины

1. Целями дисциплины являются изучение основных оптических явлений в твердом теле, формирование умений и навыков анализировать оптические процессы и явления в полупроводниках, диэлектриках и металлах.

2. Задачами дисциплины являются:

-получение знаний об основных оптических явлениях в твердом теле,

-изучение методов расчета взаимодействия излучения с веществом ,

-формирование умений анализа оптических процессов и явлений в полупроводниках, диэлектриках и металлах на основе квантовой механики, статистической физики и физики твердого тела,

-формирование практических навыков выбора и корректного применения методов решения задач оптики твердого тела, актуальных в квантовой и оптической электронике.

3. Знания:

-основных оптических эффектов в твердом теле;

-методов расчета взаимодействия излучения с веществом.

4. Умения анализировать оптические процессы и явления в полупроводниках, диэлектриках и металлах на основе квантовой механики, статистической физики и физики твердого тела.

5. Навыки выбора и корректного применения методов решения задач оптики твердого тела, актуальных в квантовой и оптической электронике.

3.2 Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина изучается на основе ранее освоенных дисциплин учебного плана:

1. «Математический анализ»
2. «Физика»
3. «Квантовая механика и статистическая физика»
4. «Методы математической физики»
5. «Теория вероятностей и математическая статистика»
6. «Физика твердого тела»

и обеспечивает изучение последующих дисциплин:

1. «Лазерные и оптико-электронные системы»
2. «Полупроводниковые лазеры»
3. «Производственная практика (преддипломная практика)»
4. «Солнечная энергетика»

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

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен достичь следующие результаты обучения по дисциплине:

Код компетенции/ индикатора компетенции	Наименование компетенции/индикатора компетенции
ПК-1	Способен строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования
<i>ПК-1.1</i>	<i>Умеет строить физические и математические модели моделей, узлов, блоков</i>

4 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Содержание разделов дисциплины

4.1.1 Наименование тем и часы на все виды нагрузки

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Лек, ач	Пр, ач	ИКР, ач	СР, ач
1	Введение. Оптические характеристики.	1	1		2
2	Закон Бугера-Ламберта-Бера. Основные механизмы поглощения света.	1	2		3
3	Межзонное поглощение света в прямозонном полупроводнике	2	3		3
4	Поглощение света в прямозонных полупроводниках в случае запрещенных переходов.	2	3		3
5	Межзонное поглощение света в непрямоzonных полупроводниках	2	3		3
6	Элементарная теория примесных состояний	2	3		3
7	Примесное поглощение	2	3		3
8	Экситоны в полупроводниках	2	3		3
9	Экситонное поглощение	2	3		3
10	Эффект Бурштейна-Мосса	2	3		4
11	Поглощение света свободными носителями заряда.	2	3		3
12	Оптические колебания в ионных кристаллах. Решеточное поглощение.	2	3		4
13	Плазменные колебания.	2	3		3
14	Качественный анализ спектра отражения в области плазменных колебаний носителей заряда	2	3		4
15	Неравновесное явление. Уравнение непрерывности. Время жизни.	2	3		4
16	Механизмы рекомбинации. Статистика Шокли-Рида.	2	3		4
17	Фотопроводимость.	2	3		3
18	Фотопроводимость толстой пластинки. Спектральная зависимость фототока.	2	3	1	3
	Итого, ач	34	51	1	58
	Из них ач на контроль	0	0	0	35
	Общая трудоемкость освоения, ач/зе	144/4			

4.1.2 Содержание

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
1	Введение. Оптические характеристики.	Оптический диапазон. Основные характеристики излучения. Оптические константы. Спектры отражения и поглощения. Формулы Френеля для коэффициента отражения.
2	Закон Бугера-Ламберта-Бера. Основные механизмы поглощения света.	Вывод формулы для поглощения света в классическом и квантовом случае. Физический смысл коэффициента поглощения. Основные механизмы поглощения света
3	Межзонное поглощение света в прямозонном полупроводнике	Прямозонный полупроводник. Вертикальные оптические переходы. Оценка импульса фотона. Частотная зависимость коэффициента поглощения для разрешенных переходов.
4	Поглощение света в прямозонных полупроводниках в случае запрещенных переходов.	Запрещенные оптические переходы. Матричный элемент, описывающий поглощение квантов света. Спектральная зависимость коэффициента поглощения. Зависимость края поглощения от температуры и давления.
5	Межзонное поглощение света в непрямозонных полупроводниках	Непрямозонные полупроводники. Оптические переходы с участием фононов. Структура края поглощения. Температурная зависимость края поглощения.
6	Элементарная теория примесных состояний	Локализованное состояние электрона в запрещенной зоне. Мелкие и глубокие примесные состояния. Водородоподобный центр и его энергетический спектр. Эволюция энергетического спектра примесных состояний при увеличении концентрации примесей.
7	Примесное поглощение	Поглощение света электронами в локализованных состояниях. Особенности примесного поглощения
8	Экситоны в полупроводниках	Связанное состояние электрона и дырки. Энергетический спектр экситонов. Условия наблюдения экситонов
9	Экситонное поглощение	Особенности спектра поглощения, связанные с образованием экситонов. Температурная зависимость поглощения экситонов.
10	Эффект Бурштейна-Мосса	Влияние легирования на край поглощения полупроводников. Оценка сдвига края поглощения при легировании. Особенности узкозонных полупроводников с малой запрещенной зоной.
11	Поглощение света свободными носителями заряда.	Вывод формулы для поглощения энергии световой волны в рамках теории Друде-Лоренца. Зависимость коэффициента поглощения света от длины волны, концентрации носителей заряда и их подвижности.
12	Оптические колебания в ионных кристаллах. Решеточное поглощение.	Особенности диэлектрической проницаемости ионных кристаллов. Оптические фононы. Полоса остаточных лучей. Особенности поглощения и отражения ионных кристаллов. Многофотонные процессы поглощения.

№ п/п	Наименование темы дисциплины	Содержание
13	Плазменные колебания.	Рассмотрение плазменных колебаний электронного газа в рамках классической теории Друде-Лоренца. Формула для частоты плазменных колебаний.
14	Качественный анализ спектра отражения в области плазменных колебаний носителей заряда	Рассмотрено взаимодействие электромагнитного излучения с веществом и особенности плазменных колебаний с учетом их затухания.
15	Неравновесное явление. Уравнение непрерывности. Время жизни.	Неравновесная концентрация носителей заряда. Генерация и рекомбинация неравновесных носителей заряда. Темп рекомбинации. Релаксационный процесс. Уравнение непрерывности. Время жизни неравновесных носителей заряда.
16	Механизмы рекомбинации. Статистика Шокли-Рида.	Рассмотрены основные виды рекомбинации – излучательная, безызлучательная и Оже-рекомбинация. Статистика Шокли-Рида. Ловушки захвата. Время жизни пары неравновесных носителей заряда.
17	Фотопроводимость.	Постановка задачи. Решение уравнения непрерывности для неравновесных носителей заряда. Граничные условия. Скорость поверхностной рекомбинации
18	Фотопроводимость толстой пластинки. Спектральная зависимость фототока.	Анализ решения для концентрации неравновесных носителей заряда. Роль скорости поверхности рекомбинации. Фототок. Спектральная зависимость фототока

4.2 Перечень лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены.

4.3 Перечень практических занятий

Наименование практических занятий	Количество ауд. часов
1. Уравнения Максвелла в среде	4
2. Фононы в кристалле	4
3. Поглощение и отражение ИК излучения колебаниями решетки	4
4. Поверхностные фононы	4
5. Теория линейной реакции	4
6. Электронный вклад в диэлектрическую проницаемость	4
7. Межзонное поглощение	4
8. Влияние примесей и дефектов на оптические свойства твердых тел	5
9. Феноменология электро-и магнитооптики	6
10. Магнитооптика и электрооптика (квантовая теория).	6
11. Симметрия в оптике твердого тела	6
Итого	51

4.4 Курсовое проектирование

Курсовая работа (проект) не предусмотрены.

4.5 Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.6 Индивидуальное домашнее задание

Индивидуальное домашнее задание не предусмотрено.

4.7 Доклад

Доклад не предусмотрен.

4.8 Кейс

Кейс не предусмотрен.

4.9 Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Изучение дисциплины сопровождается самостоятельной работой студентов с рекомендованными преподавателем литературными источниками и информационными ресурсами сети Интернет.

Планирование времени для изучения дисциплины осуществляется на весь период обучения, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Обучающимся, в рамках внеаудиторной самостоятельной работы, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников материал, законспектированный на лекциях. При этом на основе изучения рекомендованной литературы целесообразно составить конспект основных положений, терминов и определений, необходимых для освоения разделов учебной

дисциплины.

Особое место уделяется консультированию, как одной из форм обучения и контроля самостоятельной работы. Консультирование предполагает особым образом организованное взаимодействие между преподавателем и студентами, при этом предполагается, что консультант либо знает готовое решение, которое он может предписать консультируемому, либо он владеет способами деятельности, которые указывают путь решения проблемы.

Текущая СРС	Примерная трудоемкость, ач
Работа с лекционным материалом, с учебной литературой	15
Опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
Самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
Выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	0
Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	0
Подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	8
Выполнение расчетно-графических работ	0
Выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
Поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
Работа над междисциплинарным проектом	0
Анализ данных по заданной теме, выполнение расчетов, составление схем и моделей, на основе собранных данных	0
Подготовка к зачету, дифференцированному зачету, экзамену	35
ИТОГО СРС	58

5 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

5.1 Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№ п/п	Название, библиографическое описание	К-во экз. в библ.
Основная литература		
1	Ансельм, Андрей Иванович. Введение в теорию полупроводников [Текст] : учеб. пособие для физ. спец. вузов / А.И.Ансельм, 1978. -615 с.	30
2	Зегря, Георгий Георгиевич. Основы физики полупроводников [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению подгот. 210100 "Электроника и микроэлектроника" / Г.Г. Зегря, В.И. Перель, 2009. -335 с.	50
3	Ктиторов, Сергей Андреевич. Специальные вопросы оптики твердого тела [Текст] : учеб. пособие / С. А. Ктиторов, 2014. -54, [2] с.	6
4	Ктиторов, Сергей Андреевич. Физика и оптика материалов фотоэнергетики [Текст] : учеб.-метод. пособие / С. А. Ктиторов, Н. В. Мухин, 2016. -47 с.	20
5	Пихтин, Александр Николаевич. Квантовая и оптическая электроника [Текст] : учеб. для вузов по направлению подгот. "Электроника и нанoeлектроника" и "Нанотехнологии и микросистемная техника" / А. Н. Пихтин, 2012. -655, [1] с.	97
6	Киреев, Петр Семенович. Физика полупроводников [Текст] : учеб. пособие для втузов / П.С. Киреев, 1975. -583 , [1] с	117
Дополнительная литература		
1	Маделунг, Отфрид. Теория твердого тела [Текст] / О. Маделунг ; пер. с нем. И.В. Мочан под ред. А.И. Ансельма, 1980. -416 с.	13
2	Давыдов, Александр Сергеевич. Теория твердого тела [Текст] : учеб. пособие для физ. специальностей вузов / А.С. Давыдов, 1976. -639 с.	7

5.2 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», используемых при освоении дисциплины

№ п/п	Электронный адрес
1	Соколов А.И. Взаимодействие оптического излучения с веществом: Учебное пособие // Санкт-Петербург: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2011 https://lk.etu.ru/dashboard/api/download/90
2	Оптические свойства материалов и механизмы их формирования http://books.ifmo.ru/book/379/opticheskie_svoystva_materialov_i_mehanizmy_ih_formirovaniya.htm

5.3 Адрес сайта курса

Адрес сайта курса: <https://vec.etu.ru/moodle/course/view.php?id=13662>

6 Критерии оценивания и оценочные материалы

6.1 Критерии оценивания

Для дисциплины «Введение в оптику твердого тела» предусмотрены следующие формы промежуточной аттестации: экзамен.

Экзамен

Оценка	Описание
Неудовлетворительно	Курс не освоен. Студент испытывает серьезные трудности при ответе на ключевые вопросы дисциплины
Удовлетворительно	Студент в целом овладел курсом, но некоторые разделы освоены на уровне определений и формулировок теорем
Хорошо	Студент овладел курсом, но в отдельных вопросах испытывает затруднения. Умеет решать задачи
Отлично	Студент демонстрирует полное овладение курсом, способен применять полученные знания при решении конкретных задач.

Особенности допуска

Допуск к экзамену получают студенты, сдавшие 2 контрольные работы на положительную оценку, выполнившие и защитившие 3 практические работы. Экзамен проводится в устной форме по билетам, содержащим два теоретических вопроса.

6.2 Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Вопросы к экзамену

№ п/п	Описание
1	Оптический диапазон. Основные характеристики излучения. Оптические константы
2	Спектры отражения и поглощения. Формулы Френеля для коэффициента отражения
3	Закон Бугера-Ламберта-Бера
4	Физический смысл коэффициента поглощения. Основные механизмы поглощения света
5	Прямозонный полупроводник. Вертикальные оптические переходы.
6	Частотная зависимость коэффициента поглощения для разрешенных переходов.
7	Вывод формулы для поглощения света в классическом и квантовом случае.
8	Межзонное поглощение света в непрямозонных полупроводниках.
9	Локализованное состояние электрона в запрещенной зоне. Мелкие и глубокие примесные состояния
10	Водородоподобный центр и его энергетический спектр. Эволюция энергетического спектра примесных состояний при увеличении концентрации примесей
11	Примесное поглощение
12	Энергетический спектр экситонов. Условия наблюдения экситонов.
13	Особенности спектра поглощения, связанные с образованием экситонов
14	Температурная зависимость поглощения экситонов.
15	Эффект Бурштейна-Мосса.
16	Вывод формулы для поглощения энергии световой волны в рамках теории Друде-Лоренца
17	Зависимость коэффициента поглощения света от длины волны, концентрации носителей заряда и их подвижности
18	Оптические фононы
19	Оптические колебания в ионных кристаллах
20	Решеточное поглощение
21	Плазменные колебания.
22	Неравновесное явление

23	Уравнение непрерывности
24	Время жизни неравновесных носителей заряда.
25	Механизмы рекомбинации
26	Статистика Шокли-Рида
27	Ловушки захвата. Время жизни пары неравновесных носителей заряда.
28	Фотопроводимость.
29	Фотопроводимость толстой пластинки
30	Фототок. Спектральная зависимость фототока.
31	Оценка импульса фотона.
32	Запрещенные оптические переходы. Спектральная зависимость коэффициента поглощения.
33	Запрещенные оптические переходы. Зависимость края поглощения от температуры и давления.
34	Поглощение света электронами в локализованных состояниях.
35	Влияние легирования на край поглощения полупроводников. Оценка сдвига края поглощения при легировании.
36	Особенности узкозонных полупроводников с малой запрещенной зоной.
37	Особенности диэлектрической проницаемости ионных кристаллов.
38	Особенности поглощения и отражения ионных кристаллов.
39	Многофотонные процессы поглощения.
40	Генерация и рекомбинация неравновесных носителей заряда. Темп рекомбинации.
41	Зависимость коэффициента поглощения света от длины волны, концентрации носителей заряда и их подвижности.
42	Рассмотрение плазменных колебаний электронного газа в рамках классической теории Друде-Лоренца.
43	Уравнение непрерывности для неравновесных носителей заряда
44	Поверхностная рекомбинация. Скорость поверхностной рекомбинации
45	Связанное состояние электрона и дырки. Энергетический спектр экситонов.

Форма билета

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный электротехнический
 университет «ЛЭТИ» имени В.И. Ульянова (Ленина)»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

Дисциплина Введение в оптику твердого тела ФЭЛ

1. Спектры отражения и поглощения. Формулы Френеля для коэффици-

ента отражения.

2. Фототок. Спектральная зависимость фототока.

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

С.А. Тарасов

Образцы задач (заданий) для контрольных (проверочных) работ

Контрольная работа №1.

1. Фундаментальное поглощение. Частотная зависимость коэффициента поглощения в прямозонных полупроводниках.

2. Задача. В экспериментальных спектрах отражения $R(\lambda)$ двух кристаллов наблюдаются минимумы отражения $\lambda_1=1$ мкм и $\lambda_2=10$ мкм при $\epsilon_\infty=12$ (высокочастотная диэлектрическая проницаемость на оптических частотах). Оценить частоты плазменных колебаний и концентрации электронов, если их $m^*=0,5m_0$ (масса свободного электрона).

Контрольная работа №2.

1. Плазменные колебания и их влияние на спектр отражения.

2. Задача. В рамках теории Друде-Лоренца вывести формулу частотной зависимости коэффициента поглощения электромагнитного излучения свободными носителями в проводниках.

Весь комплект контрольно-измерительных материалов для проверки сформированности компетенции (индикатора компетенции) размещен в закрытой части по адресу, указанному в п. 5.3

6.3 График текущего контроля успеваемости

Неделя	Темы занятий	Вид контроля
8	Закон Бугера-Ламберта-Бера. Основные механизмы поглощения света. Межзонное поглощение света в прямозонном полупроводнике Поглощение света в прямозонных полупроводниках в случае запрещенных переходов. Межзонное поглощение света в непрямозонных полупроводниках Элементарная теория примесных состояний Примесное поглощение Экситоны в полупроводниках Экситонное поглощение Эффект Бурштейна-Мосса	Контрольная работа
16	Поглощение света свободными носителями заряда. Оптические колебания в ионных кристаллах. Решеточное поглощение. Плазменные колебания. Качественный анализ спектра отражения в области плазменных колебаний носителей заряда Неравновесное явление. Уравнение непрерывности. Время жизни. Механизмы рекомбинации. Статистика Шокли-Рида. Фотопроводимость. Фотопроводимость толстой пластинки. Спектральная зависимость фототока.	Контрольная работа

6.4 Методика текущего контроля

на лекционных занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий), по результатам которого студент получает допуск на экзамен.

на практических (семинарских) занятиях

Текущий контроль включает в себя контроль посещаемости (не менее **80** % занятий) и проведение 2 контрольных работ, по результатам которых студент получает допуск на экзамен.

В ходе проведения семинарских и практических занятий целесообразно привлечение студентов к как можно более активному участию в дискуссиях,

решении задач, обсуждениях и т. д. При этом активность студентов также может учитываться преподавателем, как один из способов текущего контроля на практических занятиях.

Контрольные работы включают в себя теоретический вопрос и задачу, оцениваются по шкале "зачтено" / "не зачтено".

Оценка "зачтено" выставляется при условии, если на вопрос дан в целом правильный ответ, задача в целом решена правильно.

Оценка "не зачтено" выставляется при условии, если на вопрос дан неправильный ответ и (или) задача решена неправильно.

Для получения допуска к экзамену оценка "зачтено" должна быть получена за обе контрольные.

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется на лекционных и практических занятиях студентов по методикам, описанным выше.

7 Описание информационных технологий и материально-технической базы

Тип занятий	Тип помещения	Требования к помещению	Требования к программному обеспечению
Лекция	Лекционная аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, доска, экран, проектор, ПК, ноутбук.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Практические занятия	Аудитория	Количество посадочных мест – в соответствии с контингентом, рабочее место преподавателя, доска, экран, проектор, ПК, ноутбук.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы	Оснащено компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.	1) Windows XP и выше; 2) Microsoft Office 2007 и выше

8 Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Дата	Изменение	Дата и номер протокола заседания УМК	Автор	Начальник ОМОЛА