

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе и
образовательным инновациям

О.И. Чуприс

«04» декабря 2019 г.

Регистрационный № УД- 4415 /уч.

КВАНТОВЫЕ И НЕЛИНЕЙНЫЕ ЭФФЕКТЫ В ОПТИКЕ

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1-31 80 05 Физика

2019 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 80 05-2019; учебного плана № G31-062/уч. от 11.04.2019 г.

СОСТАВИТЕЛИ:

А.Л. Толстик — профессор кафедры лазерной физики и спектроскопии Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, профессор

С.Я. Килин — академик НАН Беларуси, доктор физико-математических наук, профессор, профессор

И.Л. Карусейчик — младший научный сотрудник Центра квантовой оптики и квантовой информатики, Института физики НАН Беларуси, ассистент

РЕЦЕНЗЕНТ:

Д.С. Могилевцев – главный научный сотрудник, заместитель заведующего Центром квантовой оптики и информатики Института физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси, член-корреспондент, доктор физико-математических наук

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой лазерной физики и спектроскопии физического факультета Белорусского государственного университета
(протокол № 7 от 15 ноября 2019 г.);

Научно-методическим Советом БГУ
(протокол № 2 от 03 декабря 2019 г.)

Зав.кафедрой _____ Толстик А.Л.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель учебной дисциплины – ознакомление обучающихся с современными нелинейно-оптическими и квантово-оптическими методами преобразования световых полей и обработки оптических сигналов.

Задачи учебной дисциплины:

1. Дать представление о нелинейных оптических эффектах, проявляющихся при взаимодействии лазерного излучения с веществом, включая эффекты самофокусировки и филаментации, генерации гармоник, суммарных и разностных частот, обращения волнового фронта, оптической бистабильности и самопульсаций интенсивности.
2. Ознакомить магистрантов с современными достижениями квантовой оптики, включая когерентные и сжатые состояния поля, полевою и фотонную интерферометрию, квантовую криптографию.
3. Продемонстрировать конкретные примеры практического использования нелинейно-оптических и квантовых эффектов.

Место учебной дисциплины в системе подготовки специалиста с высшим образованием (магистра): дисциплина «Квантовые и нелинейные эффекты в оптике» нацелена на подготовку магистров к проведению самостоятельной научно-исследовательской деятельности в области современной фотоники с использованием нелинейных и квантово-оптических эффектов.

Учебная дисциплина относится к модулю по выбору «Лазеры и прикладная спектроскопия» компонента учреждения высшего образования.

Связи с другими учебными дисциплинами, включая учебные дисциплины компонента учреждения высшего образования, дисциплины специализации и др.: Программа дисциплины основывается на знаниях и представлениях, полученных при изучении дисциплин «Оптика», «Электродинамика», «Квантовая механика», «Физика лазеров», «Нелинейная оптика». Сведения, приобретенные в ходе изучения дисциплины, важны для более глубокого и качественного усвоения дисциплины «Фотоника микро- и нанообъектов».

Требования к компетенциям

Освоение учебной дисциплины «Квантовые и нелинейные эффекты в оптике» должно обеспечить формирование следующей компетенции:

Специализированные компетенции:

СК-10 - Быть способным использовать понятийный аппарат нелинейной оптики, знание фотоники молекулярных систем, нелинейно-оптических эффектов в исследовательской деятельности и разработке технических приложений лазерной физики.

В результате изучения дисциплины магистрант должен

знать:

- механизмы нелинейного взаимодействия лазерного излучения с веществом;

- основные представления нелинейной оптики и динамической голографии, сингулярной оптики, квантовой оптики и квантовой криптографии;

- возможности использования нелинейно-оптических и квантовых эффектов для обработки и передачи оптической информации;

уметь:

- рассчитать эффективность протекания нелинейно-оптических процессов для различных сред и механизмов взаимодействия лазерного излучения с веществом;

- анализировать когерентные и сжатые состояния поля, условия проявления нелинейностей различных порядков;

- предложить оптические схемы для решения разнообразных задач оптической обработки и передачи информации;

владеть:

- методами реализации основных нелинейно-оптических процессов (сложение и вычитание частот, генерация второй и более высоких гармоник, самофокусировка и филаментация, обращение волнового фронта, оптическая бистабильность, самопульсации интенсивности);

- методами формирования световых полей с заданной фазово-поляризационной структурой;

- методами реализации квантово-оптических процессов, включая полевую и фотонную интерферометрию.

Структура учебной дисциплины

Дисциплина изучается во втором семестре. Форма получения высшего образования — очная, дневная. Всего на изучение учебной дисциплины «Квантовые и нелинейные эффекты в оптике» отведено: 90 часов, в том числе 48 аудиторных часов, из них: лекции — 34 часов, семинарские занятия — 10 часов, управляемая самостоятельная работа — 4 часа.

Трудоемкость учебной дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

Форма текущей аттестации — экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Взаимодействие лазерного излучения с веществом. Основные свойства лазерного излучения, понятие нелинейной среды и классификация нелинейностей (квадратичная, кубическая, нелинейности высших порядков). Волновое уравнение для светового поля в нелинейной среде.

Тема 2. Механизмы нелинейного взаимодействия света с веществом. Тепловая и керровская нелинейности (ориентационный и электронный эффект Керра), нелинейные свойства электрооптических кристаллов (эффекты Поппельса и Керра), нелинейность коэффициента поглощения и показателя преломления резонансной среды. Дисперсионные соотношения. Условия проявления нелинейностей высших порядков. Расчет нелинейного изменения показателя преломления и нелинейной оптической восприимчивости.

Тема 3. Самовоздействие светового пучка в нелинейной среде. Условие самофокусировки и филаментации. Автоколлимация светового пучка и формирование пространственного солитона. Расчет пороговой мощности и длины самофокусировки, определение условий формирования пространственных солитонов.

Тема 4. Параметрическое взаимодействие световых волн в средах с квадратичной нелинейностью. Генерация волн на суммарной и разностной частоте. Генерация высших гармоник. Выполнение условия фазового синхронизма. Расчет эффективности генерации второй и более высоких гармоник. Особенности расчета в приближении малых и высоких коэффициентов преобразования.

Тема 5. Параметрическое усиление и генерация. Одно- и двухрезонаторные параметрические генераторы. Условие фазового синхронизма и способы изменения частоты генерации. Характеристики параметрического генератора.

Тема 6. Четырехволновое взаимодействие в нелинейных средах. Генерация волн на суммарной и разностной частоте при четырехволновом взаимодействии. Особенности генерации встречного четырехволнового взаимодействия. Вынужденное комбинационное рассеяние, вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюэна (условия реализации и эффективность преобразования).

Тема 7. Динамическая голография и преобразование световых полей в реальном времени. Динамическая голография и преобразование световых полей в реальном времени. Запись динамических голограмм в нелинейных средах. Схемы голографической записи. Явление обращения волнового фронта светового пучка. Адаптивная оптика.

Тема 8. Голографические методы обработки изображений и оптических сигналов. Использование Фурье преобразования изображений и схем четырех- и многоволнового взаимодействия. Поляризационная голографическая запись и условия ее реализации.

Тема 9. Сингулярная оптика и преобразование топологического заряда светового пучка. Понятие сингулярного и бесселева пучка, оптического вортекса и топологического заряда. Особенности записи сингулярных

голограмм. Преобразование световых пучков сингулярными динамическими голограммами.

Тема 10. Явления оптической бистабильности и самопульсаций интенсивности. Типы оптической бистабильности и схемы ее реализации. Абсорбционная и дисперсионная бистабильности в нелинейном интерферометре, бистабильность при нарастающем поглощении. Гибридные оптоэлектронные схемы оптической бистабильности с использованием электрооптических и жидких кристаллов. Самопульсации интенсивности и оптический хаос в оптических и оптоэлектронных системах.

Тема 11. Современные системы оптической передачи и обработки информации. Оптические логические элементы. Оптические и нейροкомпьютеры. Системы оптоволоконной связи, оптической и голографической памяти.

Тема 12. Квантовая теория света. Понятие фотона. Квантование свободного электромагнитного поля. Фоковские состояния или представление чисел заполнения.

Тема 13. Когерентные состояния поля. Принцип неопределенности. Когерентное состояние как собственное состояние оператора уничтожения гармонического осциллятора. Свойства когерентных состояний. Оператор когерентного сдвига. Принцип неопределенности Гейзинберга. Квадратуры поля. Сжатые состояния поля.

Тема 14. Чистые и смешанные квантовые состояния. Тепловое состояния света. Когерентность первого порядка и эксперименты типа Юнга с двумя источниками. Когерентность второго порядка. Антигруппировка фотонов, пуассоновский и субпуассоновский свет.

Тема 15. Описание двухуровневой системы, сфера Блоха. Поляризационные состояния. Описание основных оптических элементов в квантовой оптике: фазовый элемент, линейный делитель, ослабитель, спонтанный параметрический распад, поляризатор и волновая пластинка.

Тема 16. Парадокс Эйнштейна-Подольского-Розена, квантовая перепутанность. Локальный реализм в квантовой механике и неравенства Белла. Квантовая телепортация.

Тема 17. Квантовая метрология. Предел Гейзенберга. Задача квантовой оценки фазы. Томография квантовых состояний.

Тема 18. Теорема о неклонировании. Квантовая криптография. Протокол BB-84.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Дневная форма получения образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Взаимодействие лазерного излучения с веществом.	2						Устный опрос
2	Механизмы нелинейного взаимодействия света с веществом.	2		2				Устный опрос, решение кейсов
3	Самовоздействие светового пучка в нелинейной среде.	2						Устный опрос
4	Параметрическое взаимодействие световых волн в средах с квадратичной нелинейностью.	2						Устный опрос, решение кейсов
5	Параметрическое усиление и генерация.	2						Устный опрос
6	Четырехволновое взаимодействие в нелинейных средах.	2						Устный опрос
7	Динамическая голография и преобразование световых полей в реальном времени.	2						Устный опрос
8	Голографические методы обработки изображений и оптических сигналов.	2						Устный опрос

9	Сингулярная оптика и преобразование топологического заряда светового пучка.	2						Устный опрос
10	Явления оптической бистабильности и самопульсаций интенсивности.	2						Устный опрос
11	Современные системы оптической передачи и обработки информации.			2			2	Устный опрос, рефераты
12	Квантовая теория света. Понятие фотона.	2						Устный опрос
13	Когерентные состояния поля. Принцип неопределенности.	2						Устный опрос
14	Чистые и смешанные квантовые состояния.	2						Устный опрос
15	Описание двухуровневой системы, сфера Блоха. Свойства операторов рождения и уничтожения фотонов.	2		2				Устный опрос, решение кейсов
16	Парадокс Эйнштейна-Подольского-Розена, квантовая перепутанность.	2		2				Устный опрос, решение кейсов
17	Квантовая метрология.	2					2	Устный опрос, решение кейсов
18	Теорема о неклонировании. Квантовая криптография.	2		2				Устный опрос
Итого		34		10			4	

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Перечень основной литературы

1. И.Р.Шен. Принципы нелинейной оптики. М.: Наука. 1989.
2. С.Я. Килин Квантовая оптика: поля и их детектирование, Минск, 1990.
3. Л. Мандель, Э. Вольф «Оптическая когерентность и квантовая оптика», М. Физматлит, 2000.
4. Н.Б.Делоне. Нелинейная оптика. М.: Физматлит. 2003.
5. М.Скалли, М. Зубайри «Квантовая оптика», М. Физматлит, 2003.
6. В.Г.Дмитриев, Л.В.Тарасов. Прикладная нелинейная оптика. М.: Физматлит. 2004.
7. А.Л.Толстик, И.Н.Агишев, Е.А.Мельникова. Лазерная физика. Лабораторный практикум. Мн.: БГУ. 2006.
8. U. Leonhardt. Essential Quantum Optics: From Quantum Measurements to Black Holes. Cambridge University Press. 2010.
9. С.Н.Курилкина, А.А.Минько. Нелинейная оптика. Мн.: БГУ. 2010.
10. Chapter 2. Нелинейная оптика. In “Photonics. Editor: Alexei Tolstik. <https://dl.bsu.by/course/view.php?id=850>, 2018.
11. Е. С. Андрианов, А. П. Виноградов, А. А. Пухов, Лекции по квантовой оптике: учеб. пособие. МФТИ, 2018.
12. A. Tolstik, I. Agishev, D. Gorbach, V. Myshkovets, A. Maksimenka, G. Baevich, A. Melnikova, A. Lyalikov, A. Fedotov, J. Peuteman, M. Tivanov, N. Strekal, G. Vasilyuk, I. Semchenko, S. Khakhomov. Photonics. Editor: A. Tolstik. Riga Technical University. Riga. 2019. 535 p.

Перечень дополнительной литературы

1. Я. Перина «Квантовая статистика оптических явлений», 1984.
2. Х.Гиббс. Оптическая бистабильность. Управление светом с помощью света. М.: Мир. 1988.
3. D. Walls, G. Milburn. Quantum optics. 1994.
4. C. Gardiner, P. Zoller. Quantum noise. 2000.
5. В.Г.Дмитриев. Нелинейная оптика и обращение волнового фронта. М.: Физматлит. 2001.
6. А.Л.Толстик. Многоволновые взаимодействия в растворах сложных органических соединений. Мн.: БГУ. 2002.
7. Н.Б.Делоне. Нелинейная оптика. М.: Физматлит. 2003.
8. В.Г.Дмитриев, Л.В.Тарасов. Прикладная нелинейная оптика. М.: Физматлит. 2004.
9. О.Г.Романов, А.Л.Толстик. Пространственно-временные структуры световых полей в нелинейных интерферометрах. Мн.: БГУ. 2009.

Перечень рекомендуемых средств диагностики и методика формирования итоговой оценки

1. Устные опросы.
2. Решение кейсов.
3. Проверка рефератов.

Формой текущей аттестации по дисциплине «Квантовые и нелинейные эффекты в оптике» учебным планом предусмотрен экзамен

Итоговая оценка формируется на основе:

1. Правил проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования (постановление Министерства Образования Республики Беларусь № 53 от 29 мая 2012 г);

2. Положения о рейтинговой системе оценки знаний студентов по дисциплине в Белорусском государственном университете (№ 382-ОД от 18.08.2015 г.);

3. Критериев оценки знаний и компетенций студентов по 10-бальной шкале.

При формировании итоговой оценки используется рейтинговая оценка знаний студента, дающая возможность проследить и оценить динамику процесса достижения целей обучения. Рейтинговая оценка предусматривает использование весовых коэффициентов для текущего контроля знаний и текущей аттестации студентов по дисциплине.

Весовые коэффициенты, определяющие вклад текущего контроля знаний и текущей аттестации в рейтинговую оценку:

- Устные ответы по теме занятия – 30 %;
- Реферат – 30 %;
- Участие в решении кейса – 40 %.

Рейтинговая оценка по дисциплине рассчитывается на основе оценки текущей успеваемости и экзаменационной оценки с учетом их весовых коэффициентов Вес оценка по текущей успеваемости составляет 40 %, экзаменационная оценка – 60 %.

Примерный перечень заданий для управляемой самостоятельной работы студентов

Тема 11. Современные системы оптической передачи и обработки информации. Оптические логические элементы. Оптические и нейрокомпьютеры. Системы оптоволоконной связи, оптической и голографической памяти. **(2 часа)**

Форма контроля – проверка рефератов.

Тема 17. Квантовая метрология. Предел Гейзенберга. Задача квантовой оценки фазы. Томография квантовых состояний. **(2 часа)**

Форма контроля – решение кейсов.

Примерная тематика семинарских занятий

1. Современные системы оптической передачи и обработки информации. Оптические логические элементы. Оптические и нейрокомпьютеры. Системы оптоволоконной связи, оптической и голографической памяти. (2 часа).

2. Описание двухуровневой системы, сфера Блоха. Свойства операторов рождения и уничтожения фотонов. Поляризационные состояния. Описание основных оптических элементов в квантовой оптике: фазовый элемент, линейный делитель, ослабитель, спонтанный параметрический распад, поляризатор и волновая пластинка. (2 часа).

3. Механизмы нелинейного взаимодействия света с веществом. Тепловая и керровская нелинейности (ориентационный и электронный эффект Керра), нелинейные свойства электрооптических кристаллов (эффекты Поккельса и Керра), нелинейность коэффициента поглощения и показателя преломления резонансной среды. Дисперсионные соотношения. Условия проявления нелинейностей высших порядков. Расчет нелинейного изменения показателя преломления и нелинейной оптической восприимчивости. (2 часа).

4. Парадокс Эйнштейна-Подольского-Розена, квантовая перепутанность. Локальный реализм в квантовой механике и неравенства Белла. Квантовая телепортация. (2 часа).

5. Теорема о неклонировании. Квантовая криптография. Протокол BB-84. (2 часа).

Описание инновационных подходов и методов к преподаванию учебной дисциплины (эвристический, проективный, практико-ориентированный)

При организации образовательного процесса по дисциплине «Квантовые и нелинейные эффекты в оптике» используется **практико-ориентированный подход**, который предполагает:

- освоение содержания образования через решения практических задач;
- приобретение навыков эффективного выполнения разных видов профессиональной деятельности;
- ориентацию на генерирование идей, реализацию групповых студенческих проектов, развитие предпринимательской культуры;
- использованию процедур, способов оценивания, фиксирующих сформированность профессиональных компетенций.

При организации образовательного процесса по дисциплине «Квантовые и нелинейные эффекты в оптике» также используется **метод анализа конкретных ситуаций (кейс-метод)**, который предполагает:

- приобретение магистрантом знаний и умений для решения практических задач;

- анализ ситуации, используя профессиональные знания, собственный опыт, дополнительную литературу и иные источники.

Примерный перечень тем реферативных работ

1. Синергетика и эффекты самоорганизации в нелинейной оптике и лазерной физике.
2. Динамические голограммы и обращение волнового фронта в системах обработки изображений.
3. Оптический транзистор (трансфазор).
4. Оптическая бистабильность и оптические логические элементы.
5. Оптические компьютеры.
6. Квантовые вычисления и квантовые компьютеры.
7. Нейронные сети и нейрокомпьютеры.
8. Волоконно-оптические системы передачи информации.
9. Волоконно-оптические датчики.
10. Солитонные световые импульсы.
11. Пространственные солитоны и оптические «пули».
12. Современные системы оптической памяти.
13. Голографические системы памяти.
14. Современные системы отображения информации. ЖК мониторы, 3D-системы.

Примерный перечень кейсов

1. Рассчитайте изменение показателя преломления среды с керровской нелинейностью в зависимости от интенсивности и определите соответствующее значение нелинейной восприимчивости.
2. Рассчитайте изменение показателя преломления среды с тепловой нелинейностью в зависимости от интенсивности и определите соответствующее значение нелинейной восприимчивости.
3. Рассчитайте изменение показателя преломления среды с резонансной нелинейностью в зависимости от интенсивности и определите соответствующее значение нелинейной восприимчивости.
4. Проанализируйте спектральные зависимости коэффициента поглощения при различных интенсивностях лазерного излучения.
5. Проанализируйте спектральные зависимости нелинейного изменения показателя преломления при различных интенсивностях лазерного излучения.
6. Рассчитайте пороговую мощность и длину самофокусировки в среде с керровской нелинейностью в зависимости от мощности светового пучка.

7. Проанализируйте зависимость пороговой мощности и длины самофокусировки от мощности светового пучка и спектральных характеристик резонансной среды.
8. Рассчитайте эффективность генерации второй гармоники лазерного излучения в кристалле КТР при выполнении условия фазового синхронизма в зависимости от интенсивности.
9. Проанализируйте зависимость эффективности генерации второй гармоники лазерного излучения от ориентации кристалла КТР.
10. Проведите нормальное упорядочивание операторной экспоненты.
11. Опишите динамику когерентного состояния под действием линейных потерь.
12. Опишите динамику чётного когерентного состояния под действием линейных потерь.
13. Приведите тепловое состояние к единичной норме. Найдите когерентность второго порядка данного состояния.
14. Докажите переполненность базиса когерентных состояний.
15. Найдите Функцию Глаубера теплового состояния.
16. Найдите среднее значение оператора когерентного сдвига для поля теплового источника.
17. Докажите теорему Бейкера-Хаусдорфа.

Примерный перечень вопросов к экзамену

1. Понятие нелинейной среды и классификация нелинейностей. Волновое уравнение для светового поля в нелинейной среде.
2. Тепловая и керровская нелинейности, нелинейные свойства электрооптических кристаллов.
3. Нелинейность коэффициента поглощения и показателя преломления резонансной среды.
4. Самовоздействие светового пучка в нелинейной среде. Условия самофокусировки, автоколлимации и дефокусировки светового пучка.
5. Генерация волн на суммарной и разностной частоте. Генерация гармоник. Выполнение условия фазового синхронизма.
6. Параметрическое усиление и генерация. Способы изменения частоты генерации. Характеристики параметрического генератора.
7. Генерация волн на суммарной и разностной частоте при четырехволновом взаимодействии. Вынужденное комбинационное рассеяние, вынужденное рассеяние Мандельштама-Бриллюэна.
8. Динамическая голография и преобразование световых полей в реальном времени. Явление обращения волнового фронта светового пучка.
9. Понятие сингулярного и бесселева пучка, оптического вортекса и топологического заряда. Преобразование световых пучков сингулярными динамическими голограммами.

10. Типы оптической бистабильности и схемы ее реализации. Самопульсации интенсивности и оптический хаос в оптических и оптоэлектронных системах.

11. Квантование свободного электромагнитного поля. Фоковские состояния или представление чисел заполнения.

12. Когерентное состояние как собственное состояние оператора уничтожения гармонического осциллятора. Свойства когерентных состояний. Оператор когерентного сдвига.

13. Принцип неопределённости Гейзинберга. Квадратуры поля. Сжатые состояния поля.

14. Чистые и смешанные квантовые состояния. Тепловое состояния света. Когерентность первого и второго порядка Антигруппировка фотонов, пуассоновский и субпуассоновский свет.

15. Описание двухуровневой системы, сфера Блоха. Поляризационные состояния. Описание основных оптических элементов в квантовой оптике.

16. Парадокс Эйнштейна-Подольского-Розена, квантовая перепутанность. Локальный реализм в квантовой механике и неравенства Белла. Квантовая телепортация.

17. Квантовая метрология. Предел Гейзенберга. Задача квантовой оценки фазы. Томография квантовых состояний.

18. Теорема о неклонировании. Квантовая криптография. Протокол BB-84.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Спектроскопия и диагностика нано- и микрообъектов	Кафедра лазерной физики и спектроскопии	нет	Оставить без изменений, протокол № 7 от 15 ноября 2019 г.
Лабораторный спецпрактикум «Фотоника микро- и нанообъектов»	Кафедра лазерной физики и спектроскопии	нет	Оставить без изменений, протокол № 7 от 15 ноября 2019 г.

**ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО
ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ**

на ____ / ____ учебный год

№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 202_ г.)

Заведующий кафедрой

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета
