

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ПЕНЗЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК



УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

Титов С.В.

(Подпись)

« 10 мая » 2019 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

М1.В.ДВ.01.02 ФИЗИКА НИЗКОРАЗМЕРНЫХ
ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СТРУКТУР

Направление подготовки: 44.04.01 Педагогическое образование

Направленность (магистерская программа): «Физическое образование»

Квалификация выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Пенза, 2019

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Физика низкоразмерных полупроводниковых структур» являются: формирование у обучающихся современного естественнонаучного мировоззрения; освоение современного стиля физического мышления; формирование у обучающихся систематизированных знаний, умений и навыков при работе в области физики низкоразмерных систем, систематизированных знаний, умений и навыков в области общей физики. В ходе освоения дисциплины изучаются достижения современной науки в области физики низкоразмерных полупроводниковых структур.

Формируемые дисциплиной знания и умения готовят выпускника данной образовательной программы к выполнению следующих обобщённых трудовых функций (трудовых функций):

– А. Педагогическая деятельность по проектированию и реализации образовательного процесса в образовательных организациях дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования. А/01.6. Общепедагогическая функция. Обучение. 01.001 Профессиональный стандарт «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования) (воспитатель, учитель)», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 18 октября 2013 г. № 544н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 6 декабря 2013 г., регистрационный № 30550), с изменениями, внесенными приказами Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 25 декабря 2014 г. № 1115н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 19 февраля 2015 г., регистрационный № 36091) и от 5 августа 2016 г. № 422н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 23 августа 2016 г., регистрационный № 43326).

– А. Преподавание по дополнительным образовательным программам. (А/05.6. Разработка программно-методического обеспечения реализации дополнительной общеобразовательной программы. 01.003 Профессиональный стандарт «Педагог дополнительного образования детей и взрослых», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 8 сентября 2015 г. № 613н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 24 сентября 2015 г., регистрационный № 38994);

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО магистратуры

Дисциплина «Физика низкоразмерных полупроводниковых структур» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока I «Дисциплины (модули) ОПОП».

Изучение данной дисциплины базируется на знаниях, умениях и навыках, сформированных у обучающихся при освоении следующих дисциплин: «Общая и экспериментальная физика», «Математический анализ», «Основы теоретической физики», «Основы физики низкоразмерных полупроводниковых систем».

Освоение данной дисциплины является основой для последующего прохождения педагогической практики, подготовки к государственной итоговой аттестации.

3. Результаты освоения дисциплины «Физика низкоразмерных полупроводниковых структур»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Коды компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
ПК-4	Способен проводить исследования в предметной области научного знания и в сфере образования, разрабатывать инновационные механизмы и инструментарий для решения научных задач	ПК-4.2. Решает исследовательские задачи с учётом содержательного и организационного контекстов	<p><u>Знать:</u> результаты последних научных исследований в области физики низкоразмерных полупроводниковых структур; направления и проблематику научных исследований в данной научной области</p> <p><u>Уметь:</u> анализировать отдельные результаты научных исследований и видеть возможности их использования при решении конкретных исследовательских задач в области физики низкоразмерных полупроводниковых структур</p> <p><u>Владеть:</u> отдельными приемами анализа результатов научных исследований с точки зрения физики низкоразмерных полупроводниковых структур; методами использования результатов научных исследований для решения конкретных исследовательских задач; навыками проведения конкретных теоретических расчетов.</p>

4. Структура и содержание дисциплины «Физика низкоразмерных полупроводниковых структур»

4.1. Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины	Семестр	Недели семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)								Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)			
				Контактная работа				Самостоятельная работа				Собеседование	Проверка реферата	Контрольная работа	
				Всего	Лекция	Практические занятия	Др. виды контакт. работы	Всего	Подготовка к аудиторным занятиям	Доклад	Реферат				Подготовка к экзамену
1	Раздел 1. Объекты физики пониженной размерности.	3		2	2			4	4						
1.1	Тема 1.1. Проблемы синтеза низкоразмерных полупроводниковых структур.	3	1	1	1			2	2				1		
1.2	Тема 1.2. Основные вопросы теоретического анализа электронных процессов в низкоразмерных полупроводниковых структурах.	3	1	1	1			2	2				1		
2	Раздел 2. Методы изготовления полупроводниковых наноструктур.	3		4		4		8	4	4					
2.1	Тема 2.1. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Газофазная эпитаксия. Нанолитография.	3	1	2		2		4	2	2			2		
2.2	Тема 2.2. Самоорганизация наноструктур	3	2	2		2		4	2	2			2		
3	Раздел 3. Электроны и квазичастицы в наноструктурах.	3		4	2	2		8	6	2					
3.1	Тема 3.1. Свойства двумерного электронного газа. Электроны в квантовых проволоках и точках.	3	3	1	1			2	2				3		6

3.2	Тема 3.2. Локализованные состояния носителей заряда: экситоны и поляроны.	3	3	1	1			2	2				3		6
3.3	Тема 3.3. Оптические и акустические фононы. Электрон-фононное взаимодействие.	3	3	2		2		4	2	2			3		6
4	Раздел 4. Оптические свойства низкоразмерных полупроводниковых систем.	3		8	2	6		12	6	6					
4.1	Тема 4.1. Междузонное и внутризонное поглощение света. Примесное поглощение света. Отражение света в полупроводниковых наноструктурах. Коэффициент отражения света.	3	4	3	1	2		4	2	2			4		6
4.2	Тема 4.2. Примесное поглощение света в системах полупроводниковых квантовых ям и сверхрешеток. Примесное поглощение света в полупроводниковых квантовых проволоках и точках. Фотолюминесценция квантовых точек. Методы расчета оптического поглощения и фотолюминесценции.	3	4-5	3	1	2		4	2	2			5		6
4.3	Тема 4.3. Двухфотонное примесное поглощение света в низкоразмерных полупроводниковых структурах. Виртуальное состояние. Матричный элемент двухфотонного перехода.	3	6	2		2		4	2	2					6
5	Раздел 5. Транспортные свойства полупроводниковых наноструктур.	3		3	1	2		17	4	2	11				
5.1	Тема 5.1. Баллистический электронный транспорт в наноструктурах.	3	7	1	1			13	2		11		7		
5.2	Тема 5.2. Передача импульса от фотонов электронам в полупроводниках. Эффект фотонного увлечения электронов в квантовых ямах и проволоках. Квадрупольное приближение. Время релаксации.	3	7	2		2		4	2	2				7	
	<i>Подготовка к экзамену</i>							36				36			
	Общая трудоемкость 108 часов			21	7	14	2	85	24	14	11	36	Промежуточная аттестация		
													Форма	Семестр	
													Экзаме н	3	

4.2. Содержание дисциплины «Физика низкоразмерных полупроводниковых структур»

Раздел 1. ОБЪЕКТЫ ФИЗИКИ ПОНИЖЕННОЙ РАЗМЕРНОСТИ

Тема 1.1. Проблемы синтеза низкоразмерных полупроводниковых структур.

Тема 1.2. Основные вопросы теоретического анализа электронных процессов в низкоразмерных полупроводниковых структурах.

Раздел 2. МЕТОДЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ НАНОСТРУКТУР

Тема 2.1. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Газофазная эпитаксия. Нанолитография.

Тема 2.2. Самоорганизация наноструктур.

РАЗДЕЛ 3. ЭЛЕКТРОНЫ И КВАЗИЧАСТИЦЫ В НАНОСТРУКТУРАХ.

Тема 3.1. Свойства двумерного электронного газа. Электроны в квантовых проволоках и точках.

Тема 3.2. Локализованные состояния носителей заряда: экситоны и поляроны.

Тема 3.3. Оптические и акустические фононы. Электрон-фононное взаимодействие.

РАЗДЕЛ 4. ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НИЗКОРАЗМЕРНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ СИСТЕМ

Тема 4.1. Междузонное и внутризонное поглощение света. Примесное поглощение света. Отражение света в полупроводниковых наноструктурах. Коэффициент отражения света.

Тема 4.2. Примесное поглощение света в системах полупроводниковых квантовых ям и сверхрешеток. Примесное поглощение света в полупроводниковых квантовых проволоках и точках. Фотолюминесценция квантовых точек. Методы расчета оптического поглощения и фотолюминесценции.

Тема 4.3. Двухфотонное примесное поглощение света в низкоразмерных полупроводниковых структурах. Виртуальное состояние. Матричный элемент двухфотонного перехода.

РАЗДЕЛ 5. ТРАНСПОРТНЫЕ СВОЙСТВА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ НАНОСТРУКТУР

Тема 5.1. Баллистический электронный транспорт в наноструктурах

Тема 5.2. Передача импульса от фотонов электронам в полупроводниках. Эффект фотонного увлечения электронов в квантовых ямах и проволоках. Квадрупольное приближение. Время релаксации.

5. Образовательные технологии

В ходе освоения дисциплины при проведении аудиторных занятий используются образовательные технологии, предусматривающие такие методы и формы изучения материала как лекция, практическое занятие, включающие активные и интерактивные формы занятий (занятия, проводимые в интерактивной форме составляют 25 % от общего количества аудиторных занятий).

В целях реализации индивидуального подхода к обучению студентов, осуществляющих учебный процесс по собственной траектории в рамках индивидуального рабочего плана, изучение данной дисциплины базируется на следующих возможностях: обеспечение внеаудиторной работы со студентами, в том числе в электронной образовательной среде с использованием соответствующего программного оборудования, дистанционных форм обучения, возможностей интернет-ресурсов, индивидуальных консультаций и т. д.

6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.

**Оценочные средства для текущего контроля успеваемости,
промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Физика низкоразмерных
полупроводниковых структур»**

6.1. План самостоятельной работы студентов

№ нед.	Тема	Вид самостоятел ьной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количес тво часов
1	Раздел 1. Объекты физики пониженной размерности.				4
1	<u>Тема 1.1.</u> Проблемы синтеза низкоразмерных полупроводниковых структур.	Подготовка к аудиторному занятию.	Подготовка к аудиторным занятиям. Подготовка к собеседованию	[1] - [4], материалы учебного портала ПГУ http://moodle.pnzgu.ru/	2
1	<u>Тема 1.2.</u> Основные вопросы теоретического анализа электронных процессов в низкоразмерных полупроводниковых структурах.	Подготовка к аудиторному занятию.	Подготовка к аудиторным занятиям.	[1] - [4], материалы учебного портала ПГУ http://moodle.pnzgu.ru/	2
2	Раздел 2. Методы изготовления полупроводниковых наноструктур.				8
1	<u>Тема 2.1.</u> Молекулярно-лучевая эпитаксия. Газофазная эпитаксия. Нанолитография.	Подготовка к аудиторному занятию. Подготовка доклада.	Подготовка к аудиторным занятиям. Подготовка к собеседованию . Подготовка доклада.	[1] - [4], материалы учебного портала ПГУ http://moodle.pnzgu.ru/	4
2	<u>Тема 2.2.</u> Самоорганизация наноструктур	Подготовка к аудиторному занятию. Подготовка доклада.	Подготовка к аудиторным занятиям. Подготовка доклада.	[1] - [4], материалы учебного портала ПГУ http://moodle.pnzgu.ru/	4
3	Раздел 3. Электроны и квазичастицы в наноструктурах.				8
3	<u>Тема 3.1.</u> Свойства двумерного электронного газа. Электроны в квантовых проволоках и точках.	Подготовка к аудиторному занятию.	Подготовка к аудиторным занятиям. Подготовка к собеседованию	[1] - [4] материалы учебного портала ПГУ http://moodle.pnzgu.ru/	2
3	<u>Тема 3.2.</u> Локализованные состояния носителей заряда: экситоны и поляроны.	Подготовка к аудиторному занятию.	Подготовка к аудиторным занятиям.	[1] - [4], материалы учебного портала ПГУ http://moodle.pnzgu.ru/	2
3	<u>Тема 3.3.</u> Оптические и акустические фононы. Электрон-фононное взаимодействие.	Подготовка к аудиторному занятию. Подготовка доклада.	Подготовка к аудиторным занятиям. Подготовка к собеседованию . Подготовка	[1] - [4], материалы учебного портала ПГУ	4

			доклада.	http://moodle.pnzgu.ru/.ru/	
4	Раздел 4. Оптические свойства низкоразмерных полупроводниковых систем.				12
4	<u>Тема 4.1.</u> Междузонное и внутризонное поглощение света. Примесное поглощение света. Отражение света в полупроводниковых наноструктурах. Коэффициент отражения света.	Подготовка к аудиторному занятию. Подготовка доклада.	Подготовка к аудиторным занятиям. Подготовка доклада.	[1] - [4], материалы учебного портала ПГУ http://moodle.pnzgu.ru/	4
4-5	<u>Тема 4.2.</u> Примесное поглощение света в системах полупроводниковых квантовых ям и сверхрешеток. Примесное поглощение света в полупроводниковых квантовых проволоках и точках. Фотолюминесценция квантовых точек. Методы расчета оптического поглощения и фотолюминесценции.	Подготовка к аудиторному занятию. Подготовка доклада.	Подготовка к аудиторным занятиям. Подготовка к собеседованию. Подготовка доклада.	[1] - [4], материалы учебного портала ПГУ http://moodle.pnzgu.ru/	4
6	<u>Тема 4.3.</u> Двухфотонное примесное поглощение света в низкоразмерных полупроводниковых структурах. Виртуальное состояние. Матричный элемент двухфотонного перехода.	Подготовка к аудиторному занятию. Подготовка доклада.	Подготовка к аудиторным занятиям. Подготовка к собеседованию. Подготовка доклада. Подготовка к контрольной работе.	[1] - [4], материалы учебного портала ПГУ http://moodle.pnzgu.ru/	4
5	Раздел 5. Транспортные свойства полупроводниковых наноструктур.				17
7	<u>Тема 5.1.</u> Баллистический электронный транспорт в наноструктурах	Подготовка к аудиторному занятию. Подготовка доклада. Подготовка реферата.	Подготовка к аудиторным занятиям. Подготовка к собеседованию. Подготовка к защите реферата.	[1] - [4], материалы учебного портала ПГУ http://moodle.pnzgu.ru/	13
7	<u>Тема 5.2.</u> Передача импульса от фотонов электронам в полупроводниках. Эффект фотонного увлечения электронов в квантовых ямах и проволоках. Квадрупольное приближение. Время релаксации.	Подготовка к аудиторному занятию. Подготовка доклада.	Подготовка к аудиторным занятиям. Подготовка доклада.	[1] - [4], материалы учебного портала ПГУ http://moodle.pnzgu.ru/	4

6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины «Физика низкоразмерных полупроводниковых структур» предполагает следующие формы: подготовка к аудиторным занятиям, написание реферата и доклада.

Подготовка к аудиторным занятиям включает в себя изучение учебной, учебно-методической, научной литературы и конспектов лекций по данной теме (разделу) с целью формирования теоретических представлений по изучаемой проблеме; изучения методики проведения, компьютерного моделирования по данной теме (пункт 7 программы).

Содержание заданий определяется преподавателем с учетом дифференцированного и личностно-ориентированного подходов.

Контроль качества и объема выполненных заданий осуществляется во время аудиторного занятия в форме собеседования и/или тестирования (компьютерное или бланковое)

Написание реферата осуществляется студентом по индивидуально выбранной теме из банка тем рефератов. Содержание и объем реферативной работы определяется преподавателем. Студент самостоятельно осуществляет поиск источников информационного сопровождения работы, критический анализ содержания отобранной информации, компоновку и оформление реферата.

Оценивание реферата осуществляется по единой для всех студентов системе критериев включающих: степень раскрытия темы (при изучении рукописи реферата), уровень владения материалом реферативной работы (в ходе защиты реферата и ответов на вопросы), композиция работы и представления работы на защите.

Защита рефератов осуществляется по решению преподавателя публично во время лекции или практического занятия, либо в индивидуальном порядке во внеаудиторное время.

6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов

Контроль освоения компетенций

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы	Компетенции, компоненты которых контролируются
1	Раздел 1. ОБЪЕКТЫ ФИЗИКИ Пониженной размерности		
1.1.	Собеседование №1, экзамен	Тема 1.1. Проблемы синтеза низкоразмерных полупроводниковых структур.	ПК-4
1.2.	Собеседование №1, экзамен	Тема 1.2. Основные вопросы теоретического анализа электронных процессов в низкоразмерных полупроводниковых структурах.	ПК-4
2	Раздел 2. МЕТОДЫ ИЗГОТОВЛЕНИЯ полупроводниковых наноструктур		
2.1.	Собеседование №2, экзамен	Тема 2.1. Молекулярно-лучевая эпитаксия. Газофазная эпитаксия. Нанолитография.	ПК-4
2.2.	Собеседование №2, экзамен	Тема 2.2. Самоорганизация наноструктур	ПК-4
3	Раздел 3. Электроны и квазичастицы в наноструктурах.		
3.1.	Собеседование №3, контрольная работа, экзамен	Тема 3.1. Свойства двумерного электронного газа. Электроны в квантовых проволоках и точках.	ПК-4
3.2.	Собеседование №3, контрольная работа, экзамен	Тема 3.2. Локализованные состояния носителей заряда: экситоны и поляроны.	ПК-4
3.3.	Собеседование №3,	Тема 3.3. Оптические и акустические	ПК-4

	контрольная работа, экзамен	фононы. Электрон-фононное взаимодействие.	
4	Раздел 4. Оптические свойства низкоразмерных полупроводниковых систем.		
4.1.	Собеседование №4, контрольная работа, экзамен	Тема 4.1. Междузонное и внутризонное поглощение света. Примесное поглощение света. Отражение света в полупроводниковых наноструктурах. Коэффициент отражения света.	ПК-4
4.2.	Собеседование №5, контрольная работа, экзамен	Тема 4.2. Примесное поглощение света в системах полупроводниковых квантовых ям и сверхрешеток. Примесное поглощение света в полупроводниковых квантовых проволоках и точках. Фотолюминесценция квантовых точек. Методы расчета оптического поглощения и фотолюминесценции.	ПК-4
4.3.	Контрольная работа, экзамен	Тема 4.3. Двухфотонное примесное поглощение света в низкоразмерных полупроводниковых структурах. Виртуальное состояние. Матричный элемент двухфотонного перехода.	ПК-4
5	Раздел 5. Транспортные свойства полупроводниковых наноструктур.		
5.1.	Собеседование №6, экзамен	Тема 5.1. Баллистический электронный транспорт в наноструктурах.	ПК-4
5.2.	Реферат, экзамен	Тема 5.2. Передача импульса от фотонов электронам в полупроводниках. Эффект фотонного увлечения электронов в квантовых ямах и проволоках. Квадрупольное приближение. Время релаксации.	ПК-4

Материалы для проведения текущего контроля знаний и промежуточной аттестации составляют отдельный документ – Фонд оценочных средств по дисциплине «Физика низкоразмерных полупроводниковых структур».

Демонстрационные варианты оценочных средств для каждого вида контроля смотри <http://moodle.pnzgu.ru/course/view.php?id=52949#section-1>.

7. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины «Физика низкоразмерных полупроводниковых структур»

а) Учебная литература:

1. Кревчик В.Д. Метод потенциала нулевого радиуса в физике низкоразмерных систем: монография / В. Д. Кревчик, А. Б. Грунин; Пенз. гос. ун-т. - Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2007. - 348 с.

2. Кревчик В.Д., Евстифеев В.В. Введение в полупроводниковую наноэлектронику (учебное пособие). – Пенза: Изд-во ПГУ, 2002. - 96 с.

3. Грунин, А. Б. Магнитооптические эффекты в многоямных квантовых структурах с примесными центрами атомного типа : учебное пособие / А. Б. Грунин ; под ред. В. Д. Кревчика ; Пенз. гос. ун-т. - Пенза : Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2008. - 124 с.

4. Овчинников А.А., Дахновский Ю.И., Жуковский В.Ч., Кревчик В.Д., Семенов М.Б., Тернов А.И., Арынгазин А.К. Введение в современную мезоскопику (учебное пособие с грифом УМО). – Пенза: Изд-во ПГУ, 2003. - 570 с.

б) Интернет-ресурсы:

1. Научные статьи по физико-математическим наукам: http://izvuz_fm.n.pnzgu.ru/
2. Учебники по математическому моделированию: www.biblio-online.ru/book/1C52F887-0D12-4B68-8428-35FD75180606

в) Программное обеспечение:

1. ПО «Microsoft» (подписка Eopen).
2. ПО Microsoft Office: Microsoft Office Exel 2007, Microsoft Office Word 2007, Microsoft Office PowerPoint 2007.
3. ПО «Антивирус Касперского» 2017-2018.
4. ПО «Антивирус Касперского» 2016-2017.
5. ПО «Антивирус Касперского» 2015-2016.
6. ПО «Антивирус Касперского» 2014-2015.
7. Свободно распространяемое ПО: Mozilla Firefox; Acrobat Reader 9; Unreal Commander.

г) Другое материально-техническое обеспечение:

Для проведения лекционных и практических занятий используется материально-техническое обеспечение лаборатории лекционного эксперимента факультета физико-математических и естественных наук, в частности лабораторное оборудование оптики и квантовой физики (ауд. 13-12), лабораторное и демонстрационное оборудование лекционной ауд. № 13-31 помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования ауд. №13- 32,

Мультимедийная система: интерактивная доска, ноутбук, проектор.

Для обеспечения самостоятельной работы студентов используются ресурсы компьютерных классов факультета физико-математических и естественных наук и библиотечного фонда университета.

Рабочая программа дисциплины «Физика низкоразмерных полупроводниковых структур» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 44.04.01 Педагогическое образование, утверждённого приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «22» февраля 2018 г. № 126.

Программу составил:

Калинина Алла Владимировна, доцент кафедры
«Общая физика и методика обучения физике»



Калинина А.В.

Настоящая программа не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.

Программа одобрена на заседании кафедры «Общая физика и методика обучения физике»

Протокол № 13

от «24» июня 2019 года

Зав. кафедрой ОФМОФ



Казиков А.Ю.

Программа одобрена методической комиссией
факультета физико-математических и естественных наук

Протокол № 10

от «25» июня 2019 года

Председатель методической комиссии
факультета физико-математических и естественных наук



Родионов М.А.

Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой