

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
физики твердого тела и наноструктур

_____ (Середин П.В.)
28.08.2020

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.04.01 Низкоразмерные электронные системы

1. Код и наименование направления подготовки/специальности: 03.03.02

Физика

2. Профиль подготовки/специализация:

Физика наноматериалов и новых медицинских технологий

3. Квалификация выпускника: *бакалавр*

4. Форма образования: *очная*

5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины: _____

0804 физики твердого тела и наноструктур

6. Составители программы: *Руднев Евгений Владимирович,*
кандидат физ.-мат. наук

7. Рекомендована: НМС Физического факультета ВГУ протокол № 6 от 26.06.2020 г.

8. Учебный год: 2021–2022

Семестр: 8

9. Цели и задачи учебной дисциплины

Целью учебной дисциплины «Низкоразмерные электронные системы» является формирование у студентов представлений о физических свойствах электронных систем пониженной размерности, о том, как влияет понижение размерности на физические явления, какие новые эффекты при этом появляются.

Учебная дисциплина позволяет научить студентов строить физические модели происходящего и устанавливать связь между явлениями, прививать понимание причинно-следственной связи между явлениями, происходящими в твердотельных системах, являющихся элементной базой nanoиндустрии настоящего и будущего. Обладая теоретической стройностью и опираясь на экспериментальные факты, дисциплина «Низкоразмерные электронные системы» способствует формированию у студентов кафедры физики твердого тела и наноструктур подлинно научного мировоззрения и направлена на овладение обучаемыми современными профессиональными компетенциями.

Задачи дисциплины: изучение принципиальных понятий и явлений физики твердого тела для систем с пониженной размерностью, а также ознакомление студентов с основными направлениями практического использования низкоразмерных электронных систем в современных областях техники.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Дисциплина относится к блоку Б1. Является дисциплиной по выбору вариативной части данного блока.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-4	Способность применять на практике профессиональные знания и умения, полученные при освоении профильных физических дисциплин	Знать: физические свойства электронных систем пониженной размерности
		Уметь: применять на практике знание физических свойств электронных систем пониженной размерности
		Владеть: навыками применения на практике знаний физических свойств электронных систем пониженной размерности

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 3 / 108

Форма промежуточной аттестации Экзамен

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	По семестрам	

		Всего	8 семестр
Аудиторные занятия		24	24
в том числе:	Лекции		
	Практические		
	Лабораторные	24	24
Контрольные работы		36	36
Самостоятельная работа		48	48
Форма промежуточной аттестации – экзамен			
Итого:		108	108

13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1. Лабораторные работы		
1.1	Основные навыки работы с пакетом MatLab. Операторы, используемые при написании выражений. Основные функции MatLab.	Лабораторная работа 1. Использование матричных операторов в среде MatLab
1.2	Работа с массивами в среде MatLab.	Лабораторная работа 2. Использование операторов для работы с массивами в среде MatLab
1.3	Работа с графиками в среде MatLab. Программирование в среде MatLab. Условные операторы и циклы.	Лабораторная работа 3. Использование условных и циклических операторов в среде MatLab
1.4	Особенности энергетического спектра частиц в системах пониженной размерности. Распределение электронной плотности состояний.	Лабораторная работа 4. Расчет плотности электронных состояний в канале транзистора с двумерным электронным газом в электрическом квантовом пределе.
2. Самостоятельная работа		
2.1	Особенности энергетического спектра частиц в системах пониженной размерности	Особенности энергетического спектра частиц в двумерных электронных системах. Рассеяние частиц на потенциальной ступеньке. Потенциальный барьер конечной ширины. Частица в прямоугольной потенциальной яме. Особенности движения частиц над потенциальной ямой. Структура со сдвоенной квантовой ямой. Энергетический спектр сверхрешеток.
2.2	Влияние однородного поперечного электрического поля на энергетический спектр двумерных	Влияние однородного электрического поля на энергетический спектр бесконечной прямоугольной потенциальной ямы. Смещение энергетических уровней под действием электрического поля в прямоугольной квантовой яме конечной глубины. Влияние однородного

	электронных систем	электрического поля на энергетический спектр параболической потенциальной ямы.
2.3	Распределение квантовых состояний в двумерных электронных системах	Распределение квантовых состояний в системах пониженной размерности. Особенности распределения плотности состояний в двумерных системах. Зависимость положения уровня Ферми от концентрации электронов и толщины пленки для двумерных систем. Энергетический спектр мелких примесных состояний в системах пониженной размерности. Влияние размерного квантования на состояния мелкого экситона. Энергетический спектр в полупроводниковых пленках с вырожденными зонами.
2.4	Экранирование электрического поля в наноструктурах с двумерным электронным газом	Экранирование электрического поля в структурах пониженной размерности. Приповерхностная область пространственного заряда. Уравнение Пуассона. Разновидности областей пространственного заряда. Решение уравнения Пуассона. Поверхностное квантование.
2.5	Двумерные электронные системы в магнитном поле. Квантовый эффект Холла	Целочисленный квантовый эффект Холла. Уровни Ландау. Зоны расширенных состояний. Локализованные состояния. Дробный квантовый эффект Холла. Жидкость Лафлина
2.6	Квантовые нити и квантовые точки - 1D и 0D электронные системы	Квантовые нити. Квантовые точки. Распределение плотности состояний в квантовых проволоках и квантовых точках.
2.7	Применение низкоразмерных электронных систем в приборах нанoeлектроники и оптоэлектроники	Транзисторы с высокой подвижностью носителей заряда. Приборы на основе баллистического транспорта и интерференционных эффектов. Приборы на основе одноэлектронного туннелирования. Приборы на основе резонансного туннелирования. Лазеры с квантовыми ямами и точками. Оптические модуляторы. Фотоприемники на квантовых ямах.

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Контроль	Всего
1	Особенности энергетического спектра частиц в системах пониженной размерности			12	6	6	24
2	Влияние однородного поперечного электрического поля на энергетический спектр двумерных электронных систем				6	6	12
3	Распределение квантовых			12	6	6	24

	состояний в двумерных электронных системах						
4	Экранирование электрического поля в наноструктурах с двумерным электронным газом.				8	6	14
5	Двумерные электронные системы в магнитном поле. Квантовый эффект Холла				8	6	14
6	Квантовые нити и квантовые точки - 1D и 0D электронные системы				8		8
7	Применение низкоразмерных электронных систем в приборах наноэлектроники и оптоэлектроники				6	6	12
	Итого:			24	48	36	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Изучение дисциплины «Низкоразмерные электронные системы» предусматривает осуществление учебной деятельности состоящей из двух частей: обучения студентов преподавателем и самостоятельной учебной деятельности студентов по изучению дисциплины.

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: лабораторные работы; контрольные работы. По преобладающим методам и приемам обучения: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ–демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной и научной литературы, составление схем и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов); информационные; компьютерные; мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и др., разработка презентаций, сообщений и докладов, работа с электронными обучающими программами и т.п.).

Самостоятельная работа обучающихся наряду с аудиторной представляет одну из форм учебного процесса и является существенной ее частью, что наиболее ярко представлено в процессе подготовки магистров. Последнее обусловлено тем, что самостоятельная работа предназначена для формирования навыков самостоятельной работы как вообще, так и в учебной, научной деятельности, формирование и развитие способности принимать на себя ответственность, самостоятельно решать проблему, находить конструктивные решения, выход из кризисной ситуации и т.д.

Самостоятельная работа формирует самостоятельность не только как совокупность умений и навыков, но и как черту характера, играющую существенную роль в структуре личности современного специалиста высшей квалификации. Она воспитывает самостоятельность как черту характера. Никакие знания, полученные на уровне пассивного восприятия, не ставшие объектом собственной умственной или лабораторной работы, не могут считаться подлинным достоянием человека.

Давая возможность расширять и обогащать знания, умения по индивидуальным направлениям, самостоятельная работа обучающегося позволяет создать разносторонних специалистов. В процессе самостоятельной работы развивают

творческие возможности обучающегося, при этом самостоятельная работа завершает задачи всех видов учебной работы.

Самостоятельная работа - это планируемая работа обучающихся, выполняемая по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия. Преподаватель, ведущий занятия, организует, направляет самостоятельную работу обучающихся и оказывает им необходимую помощь. Однако самостоятельность обучающихся должна превышать объем работы, контролируемой преподавателем работы, и иметь в своей основе индивидуальную мотивацию обучающегося по получению знаний, необходимых и достаточных для будущей профессиональной деятельности в избранной сфере. Преподаватель при необходимости может оказывать содействие в выработке и коррекции данной мотивации, лежащей в основе построения самостоятельной деятельности обучающегося по изучению дисциплины, получению необходимых знаний и навыков.

Получение образования предполагает обучение решению задач определенной сферы деятельности. Однако как бы хорошо не обучались обучающиеся способам решения задач в аудитории, сформировать средства практической деятельности не удастся, так как каждый случай практики особый и для его решения следует выработать особый профессиональный стиль мышления.

Основой самостоятельной работы служит научно-теоретический курс, комплекс полученных обучающимся знаний. Основной, наиболее экономичной формой получения и усвоения информации, теоретических знаний в вузе является лекция, позволяющая воспринять значительную сумму основных знаний и потому способствующая повышению продуктивности всех других форм учебного труда.

Результат обучения и самостоятельной работы обучающегося предполагает наличие следующих составляющих:

- понимание методологических основ построения изучаемых знаний;
- выделение главных структур учебного курса;
- формирование средств выражения в данной области;
- построение методик решения задач и ориентации в проблемах (ситуациях).

Самостоятельная работа обучающихся при изучении дисциплины «Низкоразмерные электронные системы» включает в себя: подготовку и участие в изучении теоретической части курса, выполнение лабораторных работ, подготовку к зачету.

Самостоятельная работа студента при изучении дисциплины «Низкоразмерные электронные системы» включает в себя:

изучение теоретической части курса	– 30 часов
подготовку к лабораторным занятиям	– 8 часов
написание отчетов по лабораторным работам	– 8 часов
подготовку к зачету	– 2 часа
итога	– 48 часов

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Электронные свойства двумерных систем. Пер. с англ. / Андо Т., Фаулер А., Стерн Ф. – М.: Мир, 1985. – 416 с.
2.	Драгунов, Валерий Павлович. Основы нанозлектроники : учебное пособие для студ. вузов, обуч. по направлению "Электроника и микроэлектроника", специальностям "Микроэлектроника и твердотельная электроника" и "Микросистемная техника" / В. П. Драгунов, И. Г. Неизвестный, В. А. Гридчин .— М. : Физматкнига : Логос, 2006 .— 494 с.

3.	Демиховский В.Я. Физика квантовых низкоразмерных структур / Демиховский В.Я., Вугальтер Г.А. — М.: Логос, 2000. — 240 с. — ISBN 5-88439-045-9
4.	Шик А.Я. Физика низкоразмерных систем / А.Я. Шик, Л.Г. Бакуева, С.Ф. Мусихин и др.— Саратов: Вузовское образование, 2017. — 107 с. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/57257.html

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
5.	Херман, М. Полупроводниковые сверхрешетки /М. Херман: Пер. с англ.— М.: Мир, 1989 .— 240 с.
6.	Давыдов А.С. Квантовая механика: учеб. пособие. — 3 изд., стереотипное. — СПб.: БХВ-Петербург, 2011. — 704 с.
7.	Герасименко Н.Н., Пархоменко Ю.Н. Кремний – материал наноэлектроники. - М.: Техносфера, 2007. – 352 с.
8.	Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. – М.: Физматлит, 2005. – 416 с.

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Ресурс
9.	http://www.lib.vsu.ru – Зональная научная библиотека ВГУ
10.	http://www.moodle.vsu.ru
11.	https://e.lanbook.com – ЭБС «Лань»
12.	https://biblioclub.ru – ЭБС «Университетская библиотека онлайн»
13.	www.iprbookshop.ru – ЭБС «IPRbooks»
14.	https://elibrary.ru – Научная электронная библиотека

16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
15.	Ситанов Д.В. Наноэлектроника: лабораторный практикум / Д.В. Ситанов, С.А. Пивоваренок; Ивановский государственный химико-технологический университет. – Иваново, 2015. – 60 с.
16.	Ситанов Д.В. Проектирование электронной компонентной базы: учебное пособие / Д.В. Ситанов, С.А. Пивоваренок; Ивановский государственный химико-технологический университет. – Иваново, 2016. – 120 с.
17.	Руднев Е.В. Получение и диагностика полупроводниковых тонкопленочных оксидов и халькогенидов для солнечных элементов: учебное пособие / Е.В.Руднев, Ю.Н. Власов, С. В. Рябцев, А. В.Буданов, Э.П. Домашевская; Воронежский государственный университет. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2021. – 67 с.
18.	Домашевская Э. П. Современные методы диагностики атомного и электронного строения микро- и наноструктурированных материалов : учебное пособие / Э. П. Домашевская, Е. В. Руднев, В. Е. Терновая ; Воронежский государственный университет. – Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2021. – 176 с.
19.	Физика полупроводниковых наноструктур: учебное пособие / С.И. Борисенко. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010.–115 с.
20.	В.Я.Демиховский, Д.О.Филатов. Исследование электронных состояний в низкоразмерных структурах методами сканирующей зондовой микроскопии. Учебно-методический материал по программе повышения квалификации «Физико-химические основы нанотехнологий», Нижний Новгород, 2007, 77 с.

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ), электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии. По образовательным формам: лекции, самостоятельная работа. По преобладающим методам и приемам обучения: объяснительно-иллюстративные (объяснение, показ–

демонстрация учебного материала и др.); активные (анализ учебной и научной литературы, решение задач и др.) и интерактивные, в том числе и групповые (взаимное обучение в форме подготовки и обсуждения докладов); информационные; компьютерные; мультимедийные (работа с сайтами академических структур, научно-исследовательских организаций, электронных библиотек и др., разработка презентаций, сообщений и докладов, работа с электронными обучающими программами и т.п.).

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лаборатория компьютерных технологий, САПР и математического моделирования кафедры физики твердого тела и наноструктур: компьютеры Pentium Intel Core i7 - 6 шт., компьютеры Pentium Intel Core Duo - 8 шт., с лицензионным программным обеспечением:

Microsoft Windows 7 (договор 3010-15/207-19 от 30.04.2019);

Quartus II (version 9.1 лицензия Build 304 01/25/2010 WebEdition);

LibreOffice (GNU Lesser General Public License (LGPL), бесплатное и/или свободное ПО, лицензия: <https://ru.libreoffice.org/about-us/license/>);

Реализация дисциплины с применением электронного обучения и дистанционных образовательных технологий осуществляется через образовательный портал "Электронный университет ВГУ".

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Оценочные средства
1.	Основные навыки работы с пакетом MatLab. Операторы, используемые при написании выражений. Основные функции MatLab.	ПК-4	Лабораторная работа 1
2.	Работа с массивами в среде MatLab	ПК-4	Лабораторная работа 2
3.	Работа с графиками в среде MatLab. Программирование в среде MatLab. Условные операторы и циклы.	ПК-4	Лабораторная работа 3
4.	Особенности энергетического спектра частиц в системах пониженной размерности. Распределение электронной плотности состояний.	ПК-4	Лабораторная работа 4
Промежуточная аттестация форма контроля – экзамен			По результатам текущей аттестации

20 Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1 Текущий контроль успеваемости

Текущий контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: устный опрос.

Для текущего контроля успеваемости используются устный опрос, на основе которого выставляется предварительная оценка *зачтено/незачтено*

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала предварительных оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для выполнения лабораторных работ	Компетентен в высшей степени	<i>Отлично</i>
Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), допускает незначительные ошибки при выполнении лабораторных работ	Компетентен в достаточной степени	<i>Хорошо</i>
Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен выполнять лабораторные работы	Компетентен	<i>Удовлетворительно</i>
Неудовлетворительное выполнение тестовых заданий. Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки, не выполняет лабораторные работы	Компетенция не сформирована	<i>Неудовлетворительно</i>

20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующего оценочного средства:

Перечень вопросов к экзамену

Контрольно-измерительный материал № 1

1. Рассеяние частиц на потенциальной ступеньке.
2. Энергетический спектр сверхрешётки из квантовых точек в постоянном электрическом поле.
3. Идентификация вещества и определение размеров микро – и нанокристаллов методом рентгеновской дифракции.

Контрольно-измерительный материал № 2

1. Потенциальный барьер конечной ширины.

2. ТермоЭДС в квазидвумерных системах

3. Основы рентгеновской дифракции.

Контрольно-измерительный материал № 3

1. Энергетический спектр и волновые функции линейного, плоского и сферического осциллятора.
2. Особенности движения частиц над потенциальной ямой.
3. Происхождение рентгеновского излучения.

Контрольно-измерительный материал № 4

1. Интерференционные эффекты при надбарьерном пролёте частиц.
2. Энергетический спектр мелких примесных состояний в системах пониженной размерности.
3. Просвечивающая электронная микроскопия.

Контрольно-измерительный материал № 5

1. Частица в прямоугольной потенциальной яме.
2. Энергетический спектр электронов в размерно-квантовых плёнках Ge и Si.
3. Рентгеноспектральный микроанализ.

Контрольно-измерительный материал № 6

1. Энергетические состояния в прямоугольной квантовой яме сложной формы.
2. Особенности распределения плотности состояний в 2D- системах.
3. Сканирующая (растровая) электронная микроскопия.

Контрольно-измерительный материал № 7

1. Движение частиц в сферически симметричной прямоугольной потенциальной яме.
2. Влияние однородного электрического поля на двухэлектронные состояния в двойной квантовой точке.
3. Метод зонда Кельвина.

Контрольно-измерительный материал № 8

1. Классификация полупроводниковых сверхрешёток.
2. Особенности электрон-фононного взаимодействия в системах пониженной размерности.
3. Атомно-силовая микроскопия (АСМ).

Контрольно-измерительный материал № 9

1. Потенциальная ступенька в однородном электрическом поле.
2. Особенности рассеяния квазидвумерных электронов в сверхрешетках.
3. Сканирующая туннельная микроскопия.

Контрольно-измерительный материал № 10

1. Прохождение частиц через двухбарьерную структуру в электрическом поле.
2. Рассеяние электронов в 2D- системах.
3. Сканирующая зондовая микроскопия.

Описание технологии проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине – зачет по теоретическому курсу.

Оценка уровня освоения дисциплины «Низкоразмерные электронные системы» осуществляется по следующим показателям:

- полнота ответов на вопросы контрольно-измерительного материала;

- полнота ответов на дополнительные вопросы.

Критерии оценки освоения дисциплины «Низкоразмерные электронные системы» :

– оценка *отлично* выставляется при полном соответствии ответов обучающегося на все вопросы. Соответствует высокому (углубленному) уровню сформированности компетенций: компетенции сформированы полностью, проявляются и используются систематически, в полном объеме. Данный уровень превосходит, по крайней мере, по одному из перечисленных выше показателей повышенный (продвинутый) уровень;

- оценка *хорошо* выставляется в случае, если ответы обучающегося не соответствует одному из перечисленных показателей. Соответствует повышенному (продвинутому) уровню сформированности компетенций: компетенции в целом сформированы, но проявляются и используются фрагментарно, не в полном объеме. Данный уровень превосходит, по крайней мере, по одному из перечисленных выше показателей пороговый (базовый) уровень;

- оценка *удовлетворительно* выставляется в случае, если ответы обучающегося не соответствует любым двум из перечисленных показателей. Соответствует пороговому (базовому) уровню сформированности компетенций: компетенции сформированы в общих чертах, проявляются и используются ситуативно, частично. Данный уровень обязателен для всех осваивающих основную образовательную программу;

– оценка *неудовлетворительно* выставляется в случае несоответствия ответов обучающегося всем показателям, его неорганизованности и безответственности.

Факт невыполнения требований, предъявляемых к студенту при освоении дисциплины «Низкоразмерные электронные системы» и отраженных в вышеперечисленных критериях, фиксируется в ведомости оценкой *неудовлетворительно*.

Если студент не осваивает дисциплину в установленном программой объеме и в сроки, определенные графиком учебного процесса, он не допускается к промежуточной аттестации по данному виду учебной работы.

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЙ

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Направление: 03.03.02 Физика
шифр и наименование направления/специальности

Дисциплина: Б1.В.ДВ.05.02 Низкоразмерные электронные системы
код и наименование дисциплины

Профиль подготовки: Физика наноматериалов и новых медицинских технологий
в соответствии с Учебным планом

Форма обучения: очная

Учебный год: 2022-2023

Ответственный исполнитель -

Зав.кафедрой ФТТиНС _____ (П.В. Середин) _____. 20__
должность, подразделение *подпись* *расшифровка подписи*

Исполнители:

Доц. каф. ФТТиНС _____ (Е.В. Руднев) _____. 20__
должность, подразделение *подпись* *расшифровка подписи*

_____. 20__
должность, подразделение *подпись* *расшифровка подписи*

СОГЛАСОВАНО:

Куратор ООП ВО
направления 03.03.02 _____ _____. 20__

подпись *расшифровка подписи*

Зав.отделом
обслуживания ЗНБ _____ _____. 20__
подпись *расшифровка подписи*

Рекомендована Ученым советом физического факультета, протокол № 1 от
27.02.2020 _____
(наименование факультета, структурного подразделения)