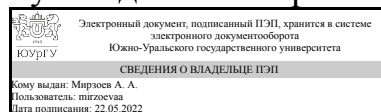


УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель направления



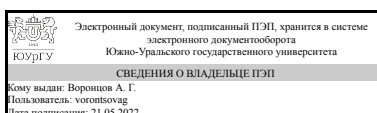
А. А. Мирзоев

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины ФД.01 Нанoeлектроника в биологии и медицине
для направления 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника
уровень Магистратура
форма обучения очная
кафедра-разработчик Физика наноразмерных систем

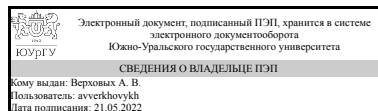
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника, утверждённым приказом Минобрнауки от 22.09.2017 № 959

Зав.кафедрой разработчика,
д.физ.-мат.н., доц.



А. Г. Воронцов

Разработчик программы,
к.физ.-мат.н., доцент



А. В. Верховых

1. Цели и задачи дисциплины

Цель – изучение принципов работы наноэлектронных систем как таковых и в связи с их взаимодействием с биологическими объектами. Задачи: 1. Изучить особенности элементов наноэлектроники, вытекающие из нанометрового масштаба их размеров. Продемонстрировать, как эти особенности могут быть использованы для совершенствования известных и создания новых способов получения, обработки и хранения информации. 2. Изучить специфику процесса извлечения информации о строении и свойствах биологических систем, определить роль и пределы применимости наноэлектронных устройств (НЭУ) в этом процессе. 3. Освоить базовые принципы расчета НЭУ самих по себе и в условиях взаимодействия с биосистемами. 4. Добиться понимания современного состояния изучаемой отрасли знаний и перспектив ее развития в будущем.

Краткое содержание дисциплины

Электроника стала одним из главных элементов многих направлений в биологии и медицине, начиная от фундаментальных биофизических исследований возбудимых тканей до медицинского мониторинга и электронных имплантатов, восстанавливающих движения конечностей. Наноэлектронные системы открывают множество новых возможностей для прогресса в этом отношении. Новые классы биоэлектронных интерфейсов на молекулярном уровне могут быть созданы с использованием либо одномерных наноструктур, таких как нанопроволоки и нанотрубки, либо двумерных наноструктур, таких как графен. Могут быть созданы наноразмерные сверхчувствительные сенсоры, обладающие пространственным разрешением на субклеточном уровне. Наноструктуры могут входить в состав искусственно созданных тканей, в которых чувствительные элементы интегрированы так же тесно, как нервная система в естественных тканях. Тесная интеграция наноматериалов с клетками и тканями позволяет создавать платформы *in vitro* для фундаментальных исследований или диагностики состояний биосистем. Такие «лаборатории на чипе» позволяют тестировать терапевтическое воздействие молекул-кандидатов на межклеточном, одноклеточном и даже внутриклеточном уровне. Наконец, достижения в области наноэлектроники могут привести к созданию чрезвычайно сложных, многофункциональных, интеллектуальных материалов с возможностями, открывающих огромный спектр биомедицинских приложений от диагностических исследований до создания киборгов.

2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине
ОПК-1 Способен представлять современную научную картину мира, выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора	Знает: основные направления применения наноэлектроники в биологии и медицине

3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана	Перечень последующих дисциплин, видов работ
1.О.04 История и методология науки в области электроники, 1.О.06 Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники	ФД.02 Введение в квантовые вычисления

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

Дисциплина	Требования
1.О.06 Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники	Знает: актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники Умеет: выявлять естественнонаучную сущность проблем, определять пути их решения и оценивать эффективность сделанного выбора Имеет практический опыт: поиска эффективного решения проблем
1.О.04 История и методология науки в области электроники	Знает: этапы развития электроники, физические и технологические основы современной электроники Умеет: Имеет практический опыт:

4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 36,25 ч. контактной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах
		Номер семестра
		2
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
<i>Аудиторные занятия:</i>	32	32
Лекции (Л)	16	16
Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)	16	16
Лабораторные работы (ЛР)	0	0
<i>Самостоятельная работа (СРС)</i>	35,75	35,75
с применением дистанционных образовательных технологий	0	
Подготовка к контрольным мероприятиям	14	14
Подготовка к зачету	7,75	7.75
Подготовка доклада	14	14
Консультации и промежуточная аттестация	4,25	4,25
Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)	-	зачет

5. Содержание дисциплины

№	Наименование разделов дисциплины	Объем аудиторных
---	----------------------------------	------------------

раздела		занятий по видам в часах			
		Всего	Л	ПЗ	ЛР
1	Особенности нанoeлектронных систем, связанные с их размерами	14	6	8	0
2	Характеристики биологических объектов, взаимодействующих с нанoeлектронными устройствами извлечения и передачи информации	14	6	8	0
3	Перспективы биомедицинской электроники: сегодня, завтра и послезавтра	4	4	0	0

5.1. Лекции

№ лекции	№ раздела	Наименование или краткое содержание лекционного занятия	Кол-во часов
1	1	Квантовый характер свойств наноразмерных систем. Эффекты размерного квантования	4
3	1	Существующие и перспективные материалы для нанoeлектронных устройств	2
4	2	Нанoeлектронные устройства, пригодные для работы с биологическими объектами	3
5	2	Биологические системы как объекты для измерения физических полей и параметров процессов	3
6	3	Имеющиеся заделы и перспективы развития биомедицинской нанoeлектроники	4

5.2. Практические занятия, семинары

№ занятия	№ раздела	Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара	Кол-во часов
1	1	Квантово-размерные эффекты в системах размерности 0, 1 и 2	4
3	1	Свойства квантовых точек, нитей и щелей, используемые в базовых элементах нанoeлектроники	4
5	2	Источники электромагнитных и акустических полей в живых организмах. Взаимодействие биологических сред с излучениями и инородными телами.	4
7	2	Нанoeлектронные устройства для сбора и обработки биологической информации	4

5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

5.4. Самостоятельная работа студента

Выполнение СРС			
Подвид СРС	Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс	Семестр	Кол-во часов
Подготовка к контрольным мероприятиям	Драгунов, В. П. Микро- и нанoeлектроника: Сборник задач и примеры их решения : учебное пособие / В. П. Драгунов, Д. И. Остертак. —	2	14

	<p>Новосибирск : НГТУ, 2015. — 50 с. — ISBN 978-5-7782-2615-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/118132: глава 1;</p> <p>Лозовский, В. Н. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность : учебное пособие / В. Н. Лозовский, С. В. Лозовский. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 332 с. — ISBN 978-5-8114-3239-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/107288: главы 7,8; Домаков, А. И. СВЧ-технологии в медицине : учебное пособие / А. И. Домаков, А. Г. Кузьмин. — Вологда : ВоГУ, 2017 — Часть 2 : Биофизические основы СВЧтехнологий — 2017. — 107 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/171234: главы 1, 2; Елисеев, А. А. Функциональные наноматериалы : учебное пособие / А. А. Елисеев, А. В. Лукашин ; под редакцией Б. Д. Третьякова. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. — 456 с. — ISBN 978-5-9221-1120-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/59578: главы 3, 4, 6; Нанобиотехнология : учебное пособие / А. Ю. Просеков, Л. С. Дышлюк, О. В. Козлова, Н. В. Изгарышева. — Кемерово : КемГУ, 2016. — 204 с. — ISBN 978-5-89289-930-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/99583: главы 6, 7, 9; Игнатов, А. Н. Микросхемотехника и наноэлектроника : учебное пособие / А. Н. Игнатов. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 528 с. — ISBN 978-5-8114-1161-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/167901: глава 1 параграф 1.6, глава 10.</p>		
Подготовка к зачету	<p>Драгунов, В. П. Микро- и наноэлектроника: Сборник задач и примеры их решения : учебное пособие / В. П. Драгунов, Д. И. Остертак. — Новосибирск : НГТУ, 2015. — 50 с. — ISBN 978-5-7782-2615-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/118132: глава 1;</p>	2	7,75

	<p>Лозовский, В. Н. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность : учебное пособие / В. Н. Лозовский, С. В. Лозовский. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 332 с. — ISBN 978-5-8114-3239-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/107288: главы 7,8; Домаков, А. И. СВЧ-технологии в медицине : учебное пособие / А. И. Домаков, А. Г. Кузьмин. — Вологда : ВоГУ, 2017 — Часть 2 : Биофизические основы СВЧтехнологий — 2017. — 107 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/171234: главы 1, 2; Елисеев, А. А. Функциональные наноматериалы : учебное пособие / А. А. Елисеев, А. В. Лукашин ; под редакцией Б. Д. Третьякова. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. — 456 с. — ISBN 978-5-9221-1120-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/59578: главы 3, 4, 6; Нанобиотехнология : учебное пособие / А. Ю. Просеков, Л. С. Дышлюк, О. В. Козлова, Н. В. Изгарышева. — Кемерово : КемГУ, 2016. — 204 с. — ISBN 978-5-89289-930-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/99583: главы 6, 7, 9; Игнатов, А. Н. Микросхемотехника и наноэлектроника : учебное пособие / А. Н. Игнатов. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 528 с. — ISBN 978-5-8114-1161-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/167901: глава 1 параграф 1.6, глава 10.</p>		
Подготовка доклада	<p>Успехи наноинженерии: электроника, материалы, структуры : сборник / под редакцией Дж. Дэвиса, М. Томпсона. — Москва : Техносфера, 2011. — 496 с. — ISBN 978-5-94836-292-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/87742: главы 1, 2; Будкевич, Е. В. Биомедицинские нанотехнологии : учебное пособие для вузов / Е. В. Будкевич, Р. О. Будкевич. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-9164-3. — Текст : электронный // Лань :</p>	2	14

	<p>электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/187746: главы 5, 7; Наноматериалы. Свойства и сферы применения : учебник / Г. И. Джардималиева, К. А. Кыдралиева, А. В. Метелица, И. Е. Уфлянд. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-4433-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/140739: глава 1; Гулий О. И. и др. БИОСЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНТИБИОТИКОВ //Биофизика. – 2021. – Т. 66. – №. 4. – С. 657-667; Аксенова, Е. И. Биосенсорные системы в медицине : Экспертный обзор / Е. И. Аксенова, Н. Н. Камынина, Ю. А. Маклакова. – Москва : Государственное бюджетное учреждение города Москвы "Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы", 2020. – 20 с; Тексты научных статей, размещенные на платформе eLibrary</p>		
--	--	--	--

6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

№ КМ	Семестр	Вид контроля	Название контрольного мероприятия	Вес	Макс. балл	Порядок начисления баллов	Учитывается в ПА
1	2	Текущий контроль	Контрольная работа 1	1	10	Контрольная работа состоит из 2 заданий, предполагающих развернутый ответ. Каждый ответ на вопрос оценивается от 0 (ответ на вопрос отсутствует) до 5 (полный верный ответ) баллов. За каждую неточность снимается 1 балл. За каждую ошибку или отсутствие важной части материала снимается 2 балла.	зачет
2	2	Текущий контроль	Контрольная работа 2	1	10	Контрольная работа состоит из 2 заданий, предполагающих развернутый ответ. Каждый ответ на вопрос оценивается от 0 (ответ на вопрос отсутствует) до 5 (полный верный ответ) баллов. За каждую неточность снимается 1 балл. За каждую ошибку или отсутствие важной части материала	зачет

						снимается 2 балла.	
3	2	Текущий контроль	Доклад	1	3	3 балла: сдан конспект доклада и в ходе выступления студент продемонстрировал хорошее понимание сути обсуждаемых вопросов; 2 балла: сдан конспект доклада, но в ходе выступления студент продемонстрировал плохое понимание сути обсуждаемых вопросов; 1 балл: сдан только конспект, выступление не проводилось; 0 баллов: конспект доклада не сдан или он не в полной мере раскрывает тему.	зачет
4	2	Промежуточная аттестация	Зачетное задание	-	10	Студенту озвучивается 10 вопросов. Правильный и полный ответ на каждый вопрос оценивается в 1 балл. Неполный или неверный ответ оценивается в 0 баллов.	зачет

6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

Вид промежуточной аттестации	Процедура проведения	Критерии оценивания
зачет	Промежуточная аттестация может быть выставлена по результатам текущего контроля. Студент может улучшить свой рейтинг, пройдя контрольное мероприятие промежуточной аттестации, которое не является обязательным. Зачет проводится в форме устного опроса по всему материалу курса. Время на подготовку не предполагается. Студенту в ходе ответа запрещается пользоваться любыми печатными или электронными носителями информации.	В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения

6.3. Паспорт фонда оценочных средств

Компетенции	Результаты обучения	№ КМ			
		1	2	3	4
ОПК-1	Знает: основные направления применения нанoeлектроники в биологии и медицине	+	+	+	+

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Печатная учебно-методическая документация

а) *основная литература:*

Не предусмотрена

б) *дополнительная литература:*

Не предусмотрена

в) *отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

Не предусмотрены

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Методические указания при самостоятельном изучении материалов по дисциплине «Нанoeлектроника в биологии и медицине»

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Методические указания при самостоятельном изучении материалов по дисциплине «Нанoeлектроника в биологии и медицине»

Электронная учебно-методическая документация

№	Вид литературы	Наименование ресурса в электронной форме	Библиографическое описание
1	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Драгунов, В. П. Микро- и нанoeлектроника: Сборник задач и примеры их решения : учебное пособие / В. П. Драгунов, Д. И. Остертак. — Новосибирск : НГТУ, 2015. — 50 с. — ISBN 978-5-7782-2615-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/118132 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Лозовский, В. Н. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность : учебное пособие / В. Н. Лозовский, С. В. Лозовский. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 332 с. — ISBN 978-5-8114-3239-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/107288 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Домаков, А. И. СВЧ-технологии в медицине : учебное пособие / А. И. Домаков, А. Г. Кузьмин. — Вологда : ВоГУ, 2017 — Часть 2 : Биофизические основы СВЧтехнологий — 2017. — 107 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/171234 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Елисеев, А. А. Функциональные наноматериалы : учебное пособие / А. А. Елисеев, А. В. Лукашин ; под редакцией Б. Д. Третьякова. — Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2010. — 456 с. — ISBN 978-5-9221-1120-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/59578 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5	Журналы	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Успехи нанoинженерии: электроника, материалы, структуры : сборник / под редакцией Дж. Дэвиса, М. Томпсона. — Москва : Техносфера, 2011. — 496 с. — ISBN 978-5-94836-292-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/87742 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
6	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства	Будкевич, Е. В. Биомедицинские нанотехнологии : учебное пособие для вузов / Е. В. Будкевич, Р. О. Будкевич. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-9164-3. — Текст : электронный // Лань :

		Лань	электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/187746 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
7	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Нанобиотехнология : учебное пособие / А. Ю. Просеков, Л. С. Дышлюк, О. В. Козлова, Н. В. Изгарышева. — Кемерово : КемГУ, 2016. — 204 с. — ISBN 978-5-89289-930-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/99583 — Режим доступа: для авториз. пользователей.
8	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Нанотехнологии. Химические, физические, биологические и экологические аспекты : монография / М. Н. Тимофеева, В. Н. Панченко, В. В. Ларичкин [и др.]. — Новосибирск : НГТУ, 2019. — 283 с. — ISBN 978-5-7782-3863-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/152281 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
9	Дополнительная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Наноматериалы. Свойства и сферы применения : учебник / Г. И. Джардималиева, К. А. Кыдралиева, А. В. Метелица, И. Е. Уфлянд. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 200 с. — ISBN 978-5-8114-4433-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/140739 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
10	Основная литература	Электронно-библиотечная система издательства Лань	Игнатов, А. Н. Микросхемотехника и наноэлектроника : учебное пособие / А. Н. Игнатов. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 528 с. — ISBN 978-5-8114-1161-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/167901 . — Режим доступа: для авториз. пользователей.
11	Журналы	eLIBRARY.RU	Гулий О. И. и др. БИОСЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АНТИБИОТИКОВ //Биофизика. – 2021. – Т. 66. – №. 4. – С. 657-667. https://elibrary.ru/item.asp?id=46180781
12	Журналы	eLIBRARY.RU	Аксенова, Е. И. Биосенсорные системы в медицине : Экспертный обзор / Е. И. Аксенова, Н. Н. Камынина, Ю. А. Маклакова. – Москва : Государственное бюджетное учреждение города Москвы "Научно-исследовательский институт организации здравоохранения и медицинского менеджмента Департамента здравоохранения города Москвы", 2020. – 20 с. https://elibrary.ru/item.asp?id=43830614

Перечень используемого программного обеспечения:

Нет

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Нет

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	№	Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника,
-------------	---	--

	ауд.	предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий
Практические занятия и семинары	463 (1)	компьютерная техника, проектор