

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Кубанский государственный университет»

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор
Харунов Т.А.
подпись
« 27 » 10 2018г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДВ.08.02 МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ БИОНАНОСИСТЕМ

Направление подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника

Направленность (профиль) «Нанотехнологии в электронике»

Программа подготовки академическая

Форма обучения очная

Квалификация (степень) выпускника бакалавр

Краснодар 2018

Рабочая программа дисциплины Б1.В.ДВ.08.02 «Методы исследования бионаносистем» составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника». Направленность «Нанотехнологии в электронике» (академический бакалавриат)

Программу составил:

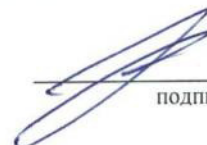
М.Е. Соколов, доцент кафедры радиофизики и нанотехнологий ФТФ КубГУ, канд. хим. наук



подпись

Рабочая программа дисциплины «Методы исследования бионаносистем» утверждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий протокол № 9 «27» марта 2018г.

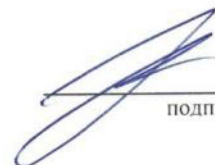
Заведующий кафедрой (разработчик) Копытов Г.Ф.



подпись

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры (выпускающей) радиофизики и нанотехнологий протокол № 9 «27» марта 2018г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Копытов Г.Ф.



подпись

Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета протокол № 10 «2» апреля 2018г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.



подпись

Рецензенты:

1. Исаев В.А., доктор физико-математических наук, профессор кафедры физики и информационных систем ФТФ ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»

2. Гаврилов А.И., кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики Кубанского государственного технологического университета (КубГТУ)

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

Цель дисциплины: формирование у студентов систематических знаний об основных принципах построения и функционирования природных и искусственных бионаносистем, всех аспектов получения, свойств и применения нанобиоматериалов, а также изучение методик, касающихся данных предметов дисциплины и получение соответствующих навыков.

1.2 Задачи дисциплины.

- изучение теоретических основ построения, функционирования, обработки и представления природных и искусственных бионаносистем;
- изучение теоретических и практических аспектов получения, свойств и применения нанобиоматериалов;
- изучение методики исследования и функционального назначения нанобиоматериалов;
- умение анализировать, аргументированно выбирать и реализовывать теоретические и практические аспекты получения, свойств и применения нанобиоматериалов;
- владение необходимыми приемами построения, обработки, функционирования, и представления природных и искусственных бионаносистем.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Методы исследования бионаносистем» как учебная дисциплина является составной частью блока Б1.В.ДВ «Дисциплины (модули) по выбору» учебного плана и относится к вариативной части дисциплин профессионального цикла (Б1.В.ДВ.08.02). Дисциплина «Методы исследования бионаносистем» базируется на знании дисциплин университетского курса: неорганической химии, аналитической химии, физической химии, электричества и магнетизма, физики наноразмерных систем. Освоение дисциплины «Методы исследования бионаносистем» позволит выпускникам ориентироваться в разработках бионанотехнологических устройств различного функционального назначения. На основе этой дисциплины возможно применение результатов обучения студентами при подготовке выпускных квалификационных работ.

Изучение дисциплины «Методы исследования бионаносистем» включает аудиторные занятия со студентами (лекции, лабораторные работы), групповые и индивидуальные консультации, написание рефератов, устные доклады, самостоятельную работу студентов с учебной литературой, научными источниками.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих общепрофессиональных и профессиональных компетенций

№ п.п.	Индекс компет енции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1	ОПК-5	студент обладает способностью выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе	теоретические основы построения и функционирования, приемы обработки и представления природных и	использовать на практике основные приемы построения, обработки, функционирования, и	приемами построения, обработки, функционирования, и представления природных и

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		профессиональной деятельности, привлекать для их решения соответствующий физико-математический аппарат	искусственных бионаносистем	представления природных и искусственных бионаносистем	искусственных бионаносистем
2	ПК-2	студент обладает способностью аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения	теоретические и практические аспекты получения, свойств и применения нанобиоматериалов, методику их исследования и функционального назначения	анализировать, аргументированно выбирать и реализовывать теоретические и практические аспекты получения, свойств и применения нанобиоматериалов, методику их исследования и функционального назначения	навыками анализа и аргументированного выбора теоретических и практических аспектов получения, свойств и применения нанобиоматериалов, а также методиками их исследования и функционального назначения

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 5 зач.ед. (180 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)		
		7		
Контактная работа, в том числе:	72,3	72,3		
Аудиторные занятия (всего)	64	64		
Занятия лекционного типа	32	32		
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	—	—		
Лабораторные занятия	32	32		
Иная контактная работа:	8,3	8,3		
Контроль самостоятельной работы (КСР)	8	8		
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3		
Самостоятельная работа, в том числе:	72	72		

Курсовая работа		–	–		
Проработка учебного (теоретического) материала		32	32		
Подготовка к защите лабораторных работ		20	20		
Подготовка к текущему контролю		20	20		
Контроль:		35,7	35,7		
подготовка к зачету и экзамену		35,7	35,7		
Общая трудоемкость	час.	180	180		
	в том числе контактная работа	72,3	72,3		
	зач. ед.	5	5		

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.
Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 7 семестре (очная форма):

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение: нанобиотехнология и бионанотехнология	12	4		–	8
2	Биомакромолекулы как составляющие наномира	10	2		–	8
3	Нанобиотехнологии на основе структуры и свойств молекул ДНК	22	4		8	10
4	Самосборка природных биологических наноструктур	10	6		–	4
5	Применение сборок из биомолекул в нанотехнологии	16	2		8	6
6	Применение достижений бионанотехнологии в медицине и в других областях	14	2		8	4
7	Биореакторы и биокатализаторы в нанотехнологиях	24	6		8	10
8	Проблема безопасности наноматериалов и нанотехнологий	8	2		–	6
9	Перспективы нанобиотехнологии и бионанотехнологии	12	2		–	10
10	Будущее и риски нанобиологической революции	8	2		–	6
	Итого по дисциплине:	136	32		32	72

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СР – самостоятельная работа.

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины:

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	Введение: нанобиотехнология и бионанотехнология	Классическая биотехнология: промышленное производство использует биологические системы. Современная биотехнология: от производственных процессов до новых методов лечения. Современная биотехнология: подходы, основанные на использовании антител, ферментов и нуклеиновых кислот. Бионанотехнология: на стыке нанотехнологии и биотехнологии. Надмолекулярная химия и биохимия: теоретические основы самосборки. Самосборка наноструктур: следующие этапы. Взаимопроникновение биологии и нанотехнологии. Сочетание бионанотехнологии и нанобиотехнологии. Нанобионика и живые системы как прототипы нанотехнологий.	КВ
2	Биомакромолекулы как составляющие наномира	Биомакромолекулы (биополимеры): нуклеиновые кислоты, белки и полисахариды ДНК как носитель и хранитель генетической информации в клетке. Особенности структуры РНК, ее роль в самом древнем нанопроизводстве планеты. Структурная организация и функции белков. Самоорганизация и модификация белков Олигомеризация и агрегация белков. Образование белковых нанок комплексов Конструирование наноструктур на основе белков.	КВ та
3	Нанобиотехнологии на основе структуры и свойств молекул ДНК	Свойства ДНК, используемые в нанотехнологиях. Самоудвоение (ауторепликация) ДНК. Гибридизация нуклеиновых кислот, ее практическое применение. Амплификация молекул нуклеиновых кислот, ее практическое применение. Основные подходы к созданию наноконструкций на основе нуклеиновых кислот Наноконструкции на основе ДНК и белков.	КВ
4	Самосборка природных биологических наноструктур	Процессы самосборки и самоорганизации в биологии. Организация бактериальных S-слоев. Самоорганизация вирусов. Самоорганизация фосфолипидных мембран. Нитчатые элементы цитоскелета. Нуклеиновые кислоты: носители генетической информации. Олигосахариды и полисахариды: еще	КВ

		один класс биополимеров. Амилоидные фибриллы - биологические наноструктуры, образующиеся путем самосборки. Паутина и шелк - природные надмолекулярные сборки из фибриллярных белков Рибосома - конвейер для сборки белков. Сложные машины для реализации генетического кода. Протеосома – система контроля качества белков. Биологические нанодвигатели: кинезин и динеин. Другие нанодвигатели: жгутики и реснички Ионные каналы: селективные нанопоры.	
5	Применениеборок из биомолекул в нанотехнологии	Применениеборок из биомолекул в нанотехнологии. Применение S-слоев в нанолитографии. Производство нанопроводников с помощью ДНК. Амилоидные фибриллы как матрицы для производства нанопроводников. Металлизация химически модифицированных актиновых филаментов. Применение пептидных нанотрубок. Бактериофаги как новые биоматериалы. Применение пептидных матриц для биоминерализации. Производство композитных неорганических наноматериалов. Применение биоминерализации в нанотехнологии.	КВ
6	Применение достижений бионанотехнологии в медицине и в других областях	Совершенствование лекарств за счет нанокристаллов. Наноконтейнеры для доставки лекарств и специфического связывания. Применение нанопроводников для биологической детекции. Применение мягкой литографии в биотехнологии. Контрастирующие магнитные наноматериалы." Сельское хозяйство с приставкой нано-. Нанотехнологии и водные ресурсы Нанокосметика. Использование солнечной энергии.	КВ
7	Биореакторы и биокатализаторы в нанотехнологиях	Ферменты (биологические катализаторы) как природные нанообъекты. Применение ферментов. Микроорганизмы биореакторы ферментов. Биореакторы в производстве биотоплива. Получение наночастиц в естественных биореакторах. Бактерии-биореакторы управляют процессами жизнедеятельности и здоровьем человека. Биореакторы в космических полетах.	КВ

8	Проблема безопасности наноматериалов и нанотехнологий	Физико-химические основы потенциальных рисков при производстве и использовании наноматериалов. Примеры токсического воздействия наноматериалов. Социальные и этические аспекты нанобиобезопасности.	КВ
9	Перспективы нанобиотехнологии и бионанотехнологии	Нанобиотехнологии и наномедицина. Первые достижения в направленном транспорте лекарств. Нанобиотехнологии в диагностике вирусных инфекций, получении и применении искусственных антител. Медицинские имплантаты на основе нанотехнологий. Тканевая инженерия.	КВ
10	Будущее и риски нанобиологической революции	Заключительные комментарии: будущее и риски нанобиологической революции.	КВ

КВ – ответы на контрольные вопросы.

2.3.2 Занятия семинарского типа.

Согласно учебному плану занятия семинарского типа по учебной дисциплине «Методы исследования бионаносистем» не предусмотрены.

2.3.3 Лабораторные занятия.

В основе построения лабораторных занятий по дисциплине «Методы исследования бионаносистем» лежит последовательность поэтапных действий исследователя по планированию, подготовке, синтезу и проведению исследований свойств бионаносистем, анализу полученных данных.

№	Наименование раздела	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Нанобиотехнологии на основе структуры и свойств молекул ДНК	«Космиды. Генетическая трансформация прокариот»	Защита ЛР
2	Применение сборок из биомолекул в нанотехнологии	«Металлизация химически модифицированных актиновых филаментов»	Защита ЛР
3	Применение достижений бионанотехнологии в медицине и в других областях	«Синтез моноклональных антител человека».	Защита ЛР
4	Биореакторы и биокатализаторы в нанотехнологиях	«Бактерии-биореакторы в процессах жизнедеятельности».	Защита ЛР

Лабораторные работы выполняются в НОЦ «Диагностика структуры и свойств наноматериалов» Кубанского государственного университета.

В результате выполнения лабораторных работ у студентов формируются и оцениваются требуемые ФГОС и ООП для направления 11.03.04 Электроника и наноэлектроника профиля «Нанотехнологии в электронике» компетенции – ОПК-2, ПК-3, ПК-8.

2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов).

Согласно учебному плану по данной дисциплине не предусмотрены курсовые работы (проекты).

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).

№	Вид СР	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1.	Проработка учебного теоретического материала	Методические указания по изучению теоретического материала, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от 20.03.2017.
2.	Подготовка к защите лабораторных работ	Методические указания по выполнению лабораторных работ, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от 20.03.2017.

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии

Для формирования профессиональных компетенций в процессе освоения дисциплины используется технология профессионально-развивающего обучения, предусматривающая не только передачу теоретического материала, но и стимулирование и развитие продуктивных познавательных действий студентов (на основе психолого-педагогической теории поэтапного формирования умственных действий). Активизации и интенсификации познавательного процесса способствуют использование педагогической эвристики и моделирование проблемных ситуаций.

В процессе преподавания дисциплины используются следующие методы:

- лекции;
- домашние задания;
- проблемные задания;
- индивидуальные практические задания;
- контрольные опросы;
- публичная защита лабораторных работ;
- консультации преподавателей;
- самостоятельная работа студентов (изучение теоретического материала, подготовка к лабораторным занятиям, выполнение домашних работ, подготовка к опросу и зачету).

В рамках лабораторных занятий применяются методы проектного обучения, исследовательские методы, тренинговые формы, метод конкретных ситуаций. В процессе самостоятельной деятельности студенты осваивают и анализируют передовой научно-

исследовательский опыт, используя имеющуюся литературу и информационные технологии, знакомятся с основными научными журналами по вопросам изучения физико-химических свойств наноструктур различных типов, выступают с докладами перед однокурсниками, накапливают багаж знаний, полезных для выполнения выпускной квалификационной работы.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

- подробное изучение некоторых разделов дисциплины посредством изучения рекомендуемой дополнительной литературы;
- подробное изучение некоторых разделов дисциплины посредством подготовки сообщений, презентаций, путем написания реферативных работ;
- консультации для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном расширенном изучении разделов дисциплины.

Основные образовательные технологии, используемые в учебном процессе:

- лекции с проблемным изложением;
- обсуждение сложных вопросов и проблем;
- применение метода конкретных ситуаций.

Интерактивные образовательные технологии: не предусмотрены.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Оценочными средствами для текущего контроля успеваемости являются: ответы на контрольные вопросы, защита лабораторных работ.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

4.1.1 Контрольные вопросы по учебной программе

В процессе подготовки и ответов на контрольные вопросы формируются и оцениваются требуемые ФГОС и ООП для направления 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника профиля «Нанотехнологии в электронике» компетенции – ОПК-5, ПК-2.

Ниже приводятся примеры контрольных вопросов для рабочей программы.

Раздел 1

1. Максимальное разрешение светового микроскопа при использовании света видимого диапазона не превышает 200-350 нм. Рассчитайте предел теоретического разрешения светового микроскопа, использующего ультрафиолетовое освещение.

2. Какие виды электронной микроскопии используются при изучении биологических объектов? Какой результат они позволяют получить?

3. Укажите, на каком уровне осуществляется процесс видообразования.

Раздел 2

1. Молекулы белков, выполняющих функцию клеточных рецепторов, локализируются в клеточной мембране. Объясните уже известные вам трудности в изучении первичной, вторичной и третичной структуры молекул белков-рецепторов клеточной мембраны. Предложите свое решение проблемы преодоления этих трудностей. Обоснуйте ваше предложение.

2. Опишите особенности функционирования белков-переносчиков.

3. Каким образом применяют нанобиосенсоры для диагностики заболеваний?

Раздел 3

1. Опасность наночастиц оксида ванадия, проникающих в живой организм, обусловлена их сильно выраженными каталитическими свойствами. Наночастицы способны вызывать образование ОН-радикалов, которые окисляют липиды, в том числе липиды биологических мембран и плазмалеммы клетки. Назовите органоиды клетки, функции которых могут нарушаться при

попадании в клетку наночастиц оксида ванадия. Какие функции клеточной мембраны (плазмалеммы) могут претерпевать изменения при проникновении в клетку наночастиц оксида ванадия? Объясните, каким образом может повлиять на опасность наночастиц ванадия белковая «корона», которая сформировалась вокруг них до проникновения в клетку.

2. Что происходит с наночастицами, которые проникают через тканево-кровяной барьер?

3. Как сказывается на живом организме регулярность введения наночастиц в небольших дозах?

Раздел 4

1. В ходе исследований ученые обнаружили, что углеродные нанотрубки оказывают на кишечную палочку пагубное влияние. На 7-8 сутки культивирования бактерий с углеродными нанотрубками содержимое бактериальных клеток вытекало полностью, и от бактерий оставалась только сплюснутая клеточная стенка. Ученые засомневались в том, что конкретно негативно повлияло на бактерий: углерод как химическое вещество или же сама по себе структура в виде нанотрубки. Как развеять сомнения ученых? Какие новые вещества (материалы) потребуются для подтверждающих (опровергающих) опытов? Составьте собственный план экспериментального решения проблемы.

2. Зависит ли опасность наночастиц от их конкретных размеров?

3. Как образуется белковая «корона»

Перечень частей компетенций, проверяемых оценочным средством:

ОПК-5: знать теоретические основы построения и функционирования, приемы обработки и представления природных и искусственных бионаносистем; уметь использовать на практике основные приемы построения, обработки, функционирования, и представления природных и искусственных бионаносистем.

ПК-2: знать теоретические и практические аспекты получения, свойств и применения нанобиоматериалов, методику их исследования и функционального назначения

Критерии оценки:

Оценка «**зачтено**» ставится, если продемонстрирован достаточный уровень эрудированности студента, выводы и наблюдения самостоятельны, соблюдена культура устного и письменного изложения материала и в целом продемонстрированы знания и умения необходимых компетенций.

Оценка «**не зачтено**» ставится, если студент не может дать правильные ответы на 80% вопросов или не соблюдены хотя бы 2 из оставшихся требований.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

4.2.1 Вопросы, выносимые на экзамен по дисциплине «Методы исследования бионаносистем» для направления подготовки для направления подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника профиля «Нанотехнологии в электронике».

Вопросы для подготовки к экзамену

1. Представление о живой клетке; строение и функции органелл, принцип самоорганизации живого.

2. Бактерии, эукариоты, многоклеточные организмы.

3. Нуклеиновые кислоты: классификация, строение, свойства.

4. Природные наносистемы в хранении, воспроизведении и реализации генетической информации клетки.

5. Структура и функции белков. Функции, выполняемые белками, разнообразие аминокислот, входящих в состав белка.

6. Уровни белковой организации, методы исследования различных уровней организации белковой молекулы.

7. Первичная структура белка, посттрансляционные модификации.

8. Вторичная и третичная структуры белка, проблемы правильного сворачивания белков, болезни, обусловленные неправильной упаковкой белка.

9. Представление о четвертичной структуре и использование четвертичной структуры для расширения возможностей регуляции и для выполнения механических функций. Белки соединительных тканей (коллаген), механизмы регуляции механической прочности.

10. Миозины, кинезины и динеины как примеры высоко специализированных белков-наномоторов, обеспечивающих внутриклеточный транспорт и биологическую подвижность. Возможности использования белков-моторов для решения некоторых задач нанотехнологии.

11. Углеводы. Моно-, олиго- и полисахариды. Особенности структуры, способы представления. Возможность использования полисахаридов в качестве нанобиоматериалов.

12. Липиды. Классификация и особенности структуры. Наноструктуры, образуемые липидами. Монослои, мицеллы, липосомы. Перспективность для целей нанотехнологии.

13. Биомембраны. Особенности строения и основные функции.

14. Ферменты - белки с особой функцией катализа. Основные принципы структуры ферментов и особенности ферментативного катализа.

15. Активный центр фермента, самоорганизующаяся и высокоорганизованная функционализированная наночастица и наномашина.

16. Витамины и коферменты, их участие в катализе.

17. Молекулярный дизайн и изменение специфичности ферментов, нанотехнологические задачи и перспективы.

18. Размерные эффекты в нанодиапазоне в белковом катализе. Ферменты в мембранах и мембрано-подобных наноструктурах: регуляция каталитических свойств и олигомерного состава размером матрицы.

19. Структурный и функциональный аспекты бионанотехнологии.

20. Принцип самосборки. Использование биоструктур с уникальной геометрией в качестве темплатов для получения наноматериалов и наноструктур (получение нанопроводов, нанотрубок и наностержней из металлов, проводящих полимеров, полупроводников, оксидов и магнитных материалов с использованием ДНК, вирусных частиц и белковых филаментов).

21. Создание двумерных нанопаттернов и трехмерных сверхструктур с использованием ДНК, S-слоев, вирусных частиц и липосом.

22. Искусственные методы самоорганизации в нанодиапазоне. Биофункционализация наноматериалов. Общие методы конъюгации нанообъектов с биомолекулами. Специфическое сродство некоторых биомолекул к нанообъектам.

23. Нанобиоаналитические системы. История развития современных биоаналитических систем.

24. Биосенсоры. Основные понятия, области применения. "Узнающие" элементы биосенсоров: ферменты, нуклеиновые кислоты, антитела и рецепторы, клеточные органеллы, клетки, органы и ткани. 25. "Детектирующие элементы" биосенсоров. Физические основы регистрации сигнала.

26. Типы биосенсоров: электрохимические, полупроводниковые, микрогравиметрические, оптоволоконные, поверхностные плазмоны, дифракционные решетки, интерферометрические, микро- и наномеханические.

27. Нанобиоаналитические системы на основе наноразмерных полупроводниковых и металлических структур (квантовые точки, молекулярные "пружины", гигантские нелинейные оптические эффекты на поверхности наночастиц металлов ? SERS, методы ферментативной и автометаллографии и др.). Применение для целей экологического мониторинга и медико-биологических исследований.

28. Нанобиоаналитические системы на основе сканирующей зондовой микроскопии.

29. Области применения нанотехнологий для развития принципиально новых методов диагностики и лечения болезней человека: использование наноматериалов для адресной доставки лекарственных препаратов и терапевтических генов, визуализации патоморфологических структур, преодоления барьеров биосовместимости и др.

30. Нанотехнологии открывают несколько новых возможностей для воздействия на живые системы. Одной из таких возможностей является точная адресная доставка биологически-активных веществ внутрь клетки. Митотехнология – это метод, позволяющий доставлять требуемые вещества в клетку с точностью до нескольких нанометров во внутреннюю мембрану митохондрий. Метод позволяет конструировать лекарственные препараты на основе липофильных катионов. Разработка

таких препаратов, а также исследование их физико-химических свойств и биологической активности имеют ряд уникальных особенностей.

31. Квантовая химия в исследовании элементарных актов белкового катализа.

32. Магнитные наночастицы как носители лекарственных средств; ферромагнитные белки и ферменты. Биоэлектрокатализ – ускорение электродных процессов и их использование в разработке нанобиосенсоров.

33. Биокатализ и энергетика – биотопливные элементы.

34. Биоэлектрокатализ – прямая конверсия химической энергии в электричество.

35. Биокатализ и экология – разложение суперэкоотоксикантов. Разработка метода регистрации взаимодействий антиген-антитело с использованием ферментативного синтеза полимерных наноструктур. Исследование возможности регистрации продуктов реакции в нанометровом диапазоне (с использованием АСМ).

36. Физико-химические основы потенциальных рисков при производстве и использовании наноматериалов.

ОПК-5: знать теоретические основы построения и функционирования, приемы обработки и представления природных и искусственных бионаносистем; уметь использовать на практике основные приемы построения, обработки, функционирования, и представления природных и искусственных бионаносистем; владеть приемами построения, обработки, функционирования, и представления природных и искусственных бионаносистем.

ПК-2: знать теоретические и практические аспекты получения, свойств и применения нанобиоматериалов, методику их исследования и функционального назначения; уметь анализировать, аргументированно выбирать и реализовывать теоретические и практические аспекты получения, свойств и применения нанобиоматериалов, методику их исследования и функционального назначения; владеть навыками анализа и аргументированного выбора теоретических и практических аспектов получения, свойств и применения нанобиоматериалов, а также методиками их исследования и функционального назначения.

Образец экзаменационного билета

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Кубанский государственный университет»

(ФГБОУ ВО «КубГУ»)

Кафедра радиофизики и нанотехнологий 11.03.04 Электроника и
наноэлектроника («Нанотехнологии в электронике»)

Дисциплина «Методы исследования бионаносистем»

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Многоуровневость организации живых систем.
2. Основные направления развития нанобиотехнологий.

Зав.кафедрой

радиофизики и нанотехнологий

Копытов Г.Ф.

Оценка знаний на экзамене производится по следующим *критериям*:

– отметка **«отлично»** выставляется студенту, если ответ полный, правильный, самостоятельный, материал изложен в определенной логической последовательности

демонстрируется многосторонность подходов, многоаспектность обсуждения проблемы, умение аргументировать собственную точку зрения;

- отметка **«хорошо»** выставляется студенту, если ответ полный и правильный на основе изученных концепций и теорий, материал изложен в определённой логической последовательности, при этом допускаются несущественные ошибки или трактовки ситуаций;

- отметка **«удовлетворительно»** выставляется студенту, если ответ полный, но допущена существенная смысловая ошибка или ответ неполный, несвязный, не проявляются умения обобщать, анализировать, формулировать выводы;

- отметка **«неудовлетворительно»** выставляется, если ответ обнаруживает незнание основного содержания учебного материала.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

- при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на зачете;

- при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

- при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля).

5.1 Основная литература:

1. Рыжонков Д.И., Левина В.В., Дзидзигури Э.Л. Наноматериалы. Учебное пособие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 365 с.

2. Процессы и аппараты биотехнологии: ферментационные аппараты : учебное пособие для академического бакалавриата / А. Ю. Винаров [и др.] ; под ред. В. А. Быкова. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2018. — 275 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-07509-0. — Режим доступа : www.biblio-online.ru/book/37C2AEBF-4525-4664-AAD8-EE2F9B3751FB.

3. Физико-технологические основы макро-, микро- и наноэлектроники. Барыбин А.А., Томилин В.И., Шаповалов В.И. Издательство "Физматлит". – 2011. – 784 с. – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/5258>.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

5.2 Дополнительная литература

1. Андриевский Б.Р., Рагуля А.В. Наноструктурные материалы: учебное пособие. – М.: Academia. 2005. – 187 с.
2. Елисеев А.А., Лукашин А.В. Функциональные наноматериалы : учебное пособие для вузов.– М.: ФИЗМАТЛИТ. 2010.– 452 с.
3. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологий: учеб. Пособие. – 2-е изд. – М.: Бином. Лаборатория Знаний, 2010. – 431 с.
4. Рыжонков Д.И., Левина В.В., Дзидзигури Э.Л. Наноматериалы. Учебное пособие. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. – 365 с.
5. Нанотехнологии: азбука для всех / под ред. Ю. Д. Третьякова; [Н. С. Абрамчук и др.]. – Изд. 2-е, испр. и доп. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 365 с.
6. Гусев А.И. Наноматериалы, структуры, технологии. – Изд. 2-е, испр. – М.: Физматлит, 2009. – 414 с.
7. Суздалев И.П. Нанотехнология. Физико-химия нанокластеров, наноструктур и наноматериалов. – Изд. 2-е, испр. – М: URSS. 2009. – 589 с.

5.3. Периодические издания:

1. Научно-теоретический журнал «Физика твердого тела»
2. Научно-теоретический журнал «Журнал экспериментальной и теоретической физики»
3. Научно-теоретический журнал «Письма в ЖЭТФ»
4. Научный обзорный журнал «Успехи физических наук»
5. Научный обзорный журнал «Успехи химии»
6. Научно-производственный журнал «Нанотехнологии. Экология. Производство».
7. Научный обзорный журнал «Российские нанотехнологии».

6. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля).

1. Научная электронная библиотека: <http://elibrary.ru>
2. Научная электронная библиотека: <http://cyberleninka.ru/>
3. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН: <http://archive.neicon.ru>
4. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»: <http://window.edu.ru/window>
5. Библиотека электронных учебников: <http://www.book-ua.org/>
6. Федеральный образовательный портал: http://www.edu.ru/db/portal/sites/res_page.htm
7. Каталог научных ресурсов: <http://www.scintific.narod.ru/literature.htm>
8. Большая научная библиотека: <http://www.sci-lib.com/>
9. Естественно-научный образовательный портал: <http://www.en.edu.ru/catalogue/>
10. Техническая библиотека: <http://techlibrary.ru/>

7. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).

На самостоятельную работу студентов, согласно требованиям ФГОС ВО по направлению 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника профиля "Нанотехнология в электронике", отводится 72 часа СР от общей трудоемкости дисциплины (180 часов). Сопровождение самостоятельной работы студентов может быть организовано в следующих формах:

- составлением индивидуальных планов самостоятельной работы каждого из студентов с указанием темы и видов занятий, форм и сроков представления результатов;
- проведением консультаций (индивидуальных или групповых), в том числе с применением дистанционной среды обучения.

Критерий оценки эффективности самостоятельной работы студентов формируется в ходе промежуточного контроля процесса выполнения заданий и осуществляется на основе различных способов взаимодействия.

В соответствии с этим при проведении оперативного контроля могут использоваться

контрольные вопросы к соответствующим разделам основной дисциплины «Физика наноразмерных систем».

Контроль осуществляется посредством устного опроса студентов по окончании изучения тем учебной дисциплины и выполнения письменных контрольных работ.

Сопровождение самостоятельной работы студентов также организовано в следующих формах:

– усвоение, дополнение и вникание в разбираемые разделы дисциплины при помощи знаний получаемых по средствам изучения рекомендуемой литературы;

– путем написания реферативных работ и анализ результата их открытого доклада;

– консультации, организованные для разъяснения проблемных моментов при самостоятельном изучении тех или иных аспектов разделов усваиваемой информации в дисциплине.

К средствам обеспечения освоения дисциплины «Магнитные наноматериалы» также относятся электронные варианты дополнительных учебных, научно-популярных и научных изданий по данной дисциплине.

Рекомендуется следующий график и календарный план самостоятельной работы студентов по учебным неделям (31 неделя):

Типовые задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Тема или задание текущей работы	Кол-во часов	Форма представления результатов	Сроки выполнения (недели)
1.	Введение: нанобиотехнология и бионанотехнология	8	Ответы на контрольные вопросы	3
2.	Биомакромолекулы как составляющие наномира	8	Ответы на контрольные вопросы	3
3.	Нанобиотехнологии на основе структуры и свойств молекул ДНК	10	Ответы на контрольные вопросы. Защита ЛР	4
4.	Самосборка природных биологических наноструктур	4	Ответы на контрольные вопросы	2
5.	Применение сборок из биомолекул в нанотехнологии	6	Ответы на контрольные вопросы. Защита ЛР	3
6.	Применение достижений бионанотехнологии в медицине и в других областях	4	Ответы на контрольные вопросы. Защита ЛР	2
7.	Биореакторы и биокатализаторы в нанотехнологиях	10	Ответы на контрольные вопросы. Защита ЛР	4
8.	Проблема безопасности наноматериалов и нанотехнологий	6	Ответы на контрольные вопросы	3
9	Перспективы нанобиотехнологии и бионанотехнологии	10	Ответы на контрольные вопросы	4
10	Будущее и риски нанобиологической революции	6	Ответы на контрольные	3

		вопросы	
Итого:	72		31

Занятия лекционного типа являются одной из основных форм обучения студентов, во время которых студентам предоставляется возможность ознакомиться с основными научно-теоретическими положениями, проблемами дисциплины, получить необходимое направление и рекомендации для самостоятельной работы с учебниками, учебными пособиями, при подготовке к семинарским занятиям. Лекция является результатом кропотливой подготовки преподавателя, изучения и обобщения научной и учебной литературы. Столь же усердной должна быть и подготовка студента накануне лекции, посредством изучения соответствующей учебной литературы, повторения ранее пройденных тем.

Во время лекции следует записать дату ее проведения, тему, план лекции, вопросы, которые выносятся на самостоятельное изучение, отметить новинки учебной и научной литературы, рекомендованные лектором. Студентам рекомендуется конспектировать ее основные положения, не стоит пытаться дословно записать всю лекцию, поскольку скорость лекции не рассчитана на дословное воспроизведение выступления лектора в конспекте, тем не менее она является достаточной для того, чтобы студент смог не только усвоить, но и зафиксировать на бумаге сущность затронутых лектором проблем, выводы, а также узловые моменты, на которые обращается особое внимание в ходе лекции. На лекции студенту рекомендуется иметь на столах помимо конспектов также программу курса, которая будет способствовать развитию мнемонической памяти, возникновению ассоциаций между выступлением лектора и программными вопросами. В случае возникновения у студента по ходу лекции вопросов, их следует задавать сразу же или в конце лекции в специально отведенное для этого время.

Лабораторные работы составляют важную часть профессиональной подготовки студентов. Они направлены на экспериментальное подтверждение теоретических положений и формирование учебных и профессиональных практических умений.

Выполнение студентами лабораторных работ направлено на:

- обобщение, систематизацию, углубление, закрепление полученных теоретических знаний по конкретным темам дисциплин;

- формирование необходимых профессиональных умений и навыков;

Методические указания по проведению лабораторных работ разрабатываются на срок действия рабочей программы дисциплины и включают:

- заглавие, в котором указывается вид работы (лабораторная), ее порядковый номер, объем в часах и наименование;

- цель работы;

- предмет и содержание работы;

- порядок (последовательность) выполнения работы;

- общие правила оформления работы;

- контрольные вопросы и задания;

- список литературы (по необходимости).

Состав заданий для лабораторной работы должен быть спланирован с таким расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть качественно выполнены большинством студентов.

Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания.

Порядок проведения лабораторных работ в целом совпадает с порядком проведения практических занятий. Помимо собственно выполнения работы для каждой лабораторной работы предусмотрена процедура защиты, в ходе которой преподаватель проводит устный или письменный опрос студентов для контроля понимания выполненных ими измерений, правильной интерпретации полученных результатов и усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия.

Самостоятельная работа содержит следующие виды учебной деятельности студентов:

- теоретическую самоподготовку к лабораторным занятиям и к зачету по конспектам и

учебной литературе;

- оформление отчетов по результатам лабораторных работ (о выполненной лабораторной работе студенты отчитываются преподавателю на следующем (очередном) лабораторном занятии);
- подготовка реферата по одной из тем учебной дисциплины;
- подготовка презентации по теме реферата и выступление с докладом на одном из лекционных занятий.

Студенту необходимо систематически работать в течение семестра по изучению теоретического материала и приобретению навыков экспериментальной работы.

Для запоминания лекционного материала (в том числе и в период подготовки к зачету) студенту необходимо хорошо знать свойства памяти и активно пользоваться мнемотехническими приемами, известными из учебной дисциплины «Психология и педагогика». Методические рекомендации по запоминанию можно найти и в Интернете по ключевым словам: «память»,

«мнемоника», «мнемотехника», «как запомнить учебный материал». Желательно также ознакомиться с приемами конспектирования, т.е. со способами сокращения записи слов и словосочетаний, например, применяемыми в словарях и энциклопедиях.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

При подготовке доклада, который представляет собой научное сообщение, студенты творчески проводят поиск литературных источников и их анализ в соответствии с выбранной тематикой.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю).

8.1 Перечень информационных технологий.

В настоящее время все более возрастает роль информационно-социальных технологий в образовании, которые обеспечивают всеобщую компьютеризацию учащихся и преподавателей на уровне, позволяющем решать следующие основные задачи:

- обеспечение выхода в сеть Интернет каждого участника учебного процесса в любое время и из различных мест пребывания;
- развитие единого информационного пространства образовательных индустрий и присутствие в нем в различное время и независимо друг от друга всех участников образовательного и творческого процесса;
- создание, развитие и эффективное использование управляемых информационных образовательных ресурсов, в том числе личных пользовательских баз и банков данных и знаний учащихся и педагогов с возможностью повсеместного доступа для работы с ними.

Информационные образовательные технологии возникают при использовании средств информационно-вычислительной техники. Образовательную среду, в которой осуществляются образовательные информационные технологии, определяют работающие с ней компоненты:

- техническая (вид используемых компьютерной техники и средств связи);
- программно-техническая (программные средства поддержки реализуемой технологии обучения);
- организационно-методическая (инструкции учащимся и преподавателям, организация учебного процесса).

Под образовательными технологиями в высшей школе понимается система научных и инженерных знаний, а также методов и средств, которые используются для создания, сбора, передачи, хранения и обработки информации в предметной области высшей школы. Формируется

прямая зависимость между эффективностью выполнения учебных программ и степенью интеграции в них соответствующих информационно-коммуникационных технологий.

Информационная образовательная среда представляет собой информационную систему, объединяющую посредством сетевых технологий, программные и технические средства, организационное, методическое и математическое обеспечение, предназначенное для повышения эффективности и доступности образовательного процесса подготовки специалистов.

Характерной чертой образовательной среды является возможность студентов и преподавателей обращаться к структурированным учебно-методическим материалам, обучающим мультимедийным комплексам всего университета в любое время и в любой точке пространства. Помимо доступности учебного материала, необходимо обеспечить обучаемому возможность связи с преподавателем, получение консультации в он-лайн или офф-лайн режимах, а также возможность получения индивидуальной «навигации» в освоении того или иного предмета. Студенты будут стремиться к гибкому режиму обучения, модульным программам с многочисленными поступлениями и отчислениями, которые позволят накапливать зачетные единицы, свободно переводиться из одного вуза в другой с учетом предыдущего опыта, знаний и навыков. По-прежнему важной для студентов останется возможность личного развития и профессионального роста; программы получения степени и короткие курсы, возможно, будут пользоваться одинаковым спросом; резко возрастет потребность в программах профессионального обучения и аспирантских программах.

Разработчики дистанционного образования конкретизируют индивидуализацию образовательного поведения следующим образом, считая, что в дистанционном образовании наиболее ярко проявляются черты личностно-ориентированного способа обучения: гибкость, модульность, доступность, рентабельность, мобильность, охват, технологичность, социальное равноправие, интернациональность.

Важнейшие направления информатизации образования заключаются в следующем:

- реализация виртуальной информационно-образовательной среды на уровне учебного заведения, предусматривающая выполнение комплекса работ по созданию и обеспечению технологии его функционирования;

- системная интеграция информационных технологий в образовании, поддерживающих процессы обучения, научных исследований и организационного управления;

- построение и развитие единого образовательного информационного пространства.

Навыки пользования информационными технологиями включают в себя:

- базовые навыки (использование клавиатуры, мыши, принтера, операции с файлами и дисками);

- владение стандартным программным обеспечением (обработка текстов, создание таблиц, баз данных и т.д.);

- использование сетевых приложений (электронной почты, Интернета, веб-браузеров).

Таким образом, накопленный опыт применения информационных и дистанционных технологий в учебном процессе в различных вариантах позволяет говорить об определенных преимуществах подобных форм организации учебного процесса:

- становится возможной принципиально новая организация самостоятельной работы студентов;

- возрастает интенсивность учебного процесса;

- у студентов появляется дополнительная мотивация к познавательной деятельности;

- доступность учебных материалов в любое время;

- возможность самоконтроля степени усвоения материала по каждой теме неограниченное количество раз.

Следует отметить, что по мере накопления образовательных информационных ресурсов дистанционные технологии займут достойное место в образовательном процессе вуза, и станет возможным формирование на их основе разного уровня программ подготовки и переподготовки специалистов.

8.2 Перечень необходимого программного обеспечения.

1. Операционная система MS Windows (© Microsoft Corporation).

2. Интегрированное офисное приложение MS Office (© Microsoft Corporation).
3. Программное обеспечение для организации управляемого и безопасного доступа в Интернет.
4. Программное обеспечение для безопасной работы на компьютере – файловый антивирус, почтовый антивирус, веб-антивирус и сетевой экран.

8.3 Перечень информационных справочных систем:

1. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU:
<http://www.elibrary.ru>
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»:
<http://window.edu.ru/window>
3. Рубрикон – крупнейший энциклопедический ресурс Интернета:
<http://www.rubricon.com/>
4. Аннотированный тематический каталог Интернет ресурсов по физике:
<http://www.college.ru/>
5. Каталог научных ресурсов:
<http://www.scintific.narod.ru/literature.htm>
6. Большая научная библиотека:
<http://www.sci-lib.com/>
7. Естественно-научный образовательный портал:
<http://www.en.edu.ru/catalogue/>
8. Техническая библиотека:
<http://techlibrary.ru/>
9. Физическая энциклопедия:
<http://www.femto.com.ua/articles/>
10. Академик – Словари и энциклопедии на Академике:
http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_physics/

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю).

Успешная реализация преподавания дисциплины «Физика наноразмерных систем» предполагает наличие минимально необходимого для реализации программы бакалавриата перечня материально-технического обеспечения:

- лекционные аудитории (оборудованные видеопроекционным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном, и имеющие выход в Интернет);
- наличие необходимого лицензионного программного обеспечения (операционная система MS Windows XP; интегрированное офисное приложение MS Office).

При использовании электронных изданий вуз должен обеспечить каждого обучающегося во время самостоятельной подготовки рабочим местом в компьютерном классе с выходом в Интернет в соответствии с объемом изучаемых дисциплин.

№	Вид работ	Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) и оснащенность
1.	Лекционные занятия	Лекционная аудитория №227, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук) и соответствующим программным обеспечением (ПО).
2.	Лабораторные занятия	Химическая лаборатория НОЦ «ДССН» КубГУ, укомплектованная специализированным оборудованием, мебелью и техническими средствами обучения
3.	Практические занятия	Аудитория №230.
4.	Групповые	Аудитория №230.

	(индивидуальные) консультации	
5.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория №230.
6.	Самостоятельная работа	Кабинет №204 для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет», программой экранного увеличения и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

НОЦ «ДССН» КубГУ		
Лабораторные занятия по дисциплине: «Методы исследования бионаносистем»	Оборудование и программно-техническое оснащение учебно-научной лаборатории:	Кол-во
	Персональные электронно-вычислительные машины: CPU с частотой более 2,4 ГГц, LCD	3
	Microsoft Office 2003, 2010	3
	Операционная система Windows XP	3
	Вытяжные шкафы химические	2
	Электроплитки химические	2
	Электронные весы	1
	Сушильный шкаф	1
	Растровый электронный микроскоп сверхвысокого разрешения JEOL JSM7500F	1
	Спектрометр электронного парамагнитного резонанса JEOL JES-FA300	
	Установка магнетронного напыления Q150T ES	1
	Установка для осаждения тонких пленок CCR Copra Cube ISSA	1
	Микроинтерферометр МИИ-4М	1
	Рабочий стол	4
	Стулья	8