

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Физико-технический факультет

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор
Хагуров Т.А.
«30» _____ 2018 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ФТД.В.01 НАНОРОБОТЫ

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 ФТД.В.01 «Нанороботы» 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:

В.Ю. Бузько, доцент кафедры радиофизики и нанотехнологий, к.х.н.



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

Заведующий кафедрой (разработчик) Копытов Г.Ф.



Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры радиофизики и нанотехнологий

протокол № 9 «27» марта 2018 г.

Заведующий кафедрой (разработчик) Копытов Г.Ф.



Рабочая программа утверждена на заседании учебно-методической комиссии физико-технического факультета

протокол № 10 «2» апреля 2018 г.

Председатель УМК факультета Богатов Н.М.



Рецензенты:

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

2. Куликов О.Н., кандидат физико-математических наук, начальник бюро патентной и научно-технической информации АО «КБ «Селена»

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

Цель дисциплины: формирование у студентов знаний о способах проектирования, создания, оптимизации и областях применения наноразмерных роботизированных устройств.

Результатами изучения студентами дисциплины «Нанороботы» должно стать приобретение знаний по стратегиям проектирования динамических наносистем с желаемыми характеристиками для наноразмерных роботизированных устройств.

1.2 Задачи дисциплины.

Задачами освоения дисциплины «Нанороботы» являются:

- формирование теоретических знаний в области физики наноразмерных систем, применимых для наноразмерных роботизированных устройств;
- формирование теоретических знаний по проектированию и конструированию наноразмерных роботизированных устройств;
- формирование теоретических знаний по управлению наноразмерными роботизированными устройствами;
- овладение методами решения научно-технических задач в области проектирования и создания наноразмерных роботизированных устройств.

В результате изучения дисциплины «Нанороботы» студенты должны получить базовые знания по стратегиям проектирования динамических наносистем с желаемыми характеристиками для наноразмерных роботизированных устройств.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

«Нанороботы» – научная дисциплина о способах проектирования, создания, оптимизации и областях применения наноразмерных роботизированных устройств. Она раскрывает закономерности в применении методов нанотехнологий и разных типов наноструктур для наноразмерных роботизированных устройств. На основе этой дисциплины возможно применение результатов обучения студентами при подготовке выпускных квалификационных работ.

Дисциплина «Нанороботы» как учебная дисциплина является составной частью блока «Факультативы» учебного плана. Дисциплина «Нанороботы» базируется на знании дисциплин университетского курса: электричества и магнетизма, физики наноразмерных систем, электромагнитных полей и волн. Освоение дисциплины «Нанороботы» позволит выпускникам ориентироваться в текущих и перспективных разработках наноразмерных роботизированных устройств различного функционального назначения.

Изучение дисциплины «Нанороботы» включает аудиторные занятия со студентами (лекции, практические занятия), 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 профессиональных компетенций – ПК-15, ПК-16.

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1	ПК-15	способностью к сервисному обслу-	основы создания и проекти-	делать выводы о работоспо-	приёмами анализа данных

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
		живанию измерительного, диагностического, технологического оборудования	рования наноразмерных робототехнических устройств	способности наноразмерных робототехнических устройств по диагностическим данным	по состоянию наноразмерных робототехнических устройств
2	ПК-16	готовностью осуществлять регламентную проверку технического состояния оборудования, его профилактический осмотр и текущий ремонт	современные направления контроля состояния наноразмерных робототехнических устройств	анализировать научно-техническую информацию по методам контроля наноразмерных робототехнических устройств	приёмами анализа данных по диагностике наноразмерных робототехнических устройств

2. Структура и содержание дисциплины.

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ.

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 1 зач.ед. (36 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице.

Вид учебной работы		Всего часов	Семестры (часы)		
			5		
Контактная работа, в том числе:		18,2	18,2		
Аудиторные занятия (всего)		18	18		
Занятия лекционного типа		10	10		
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)		8	8		
Лабораторные занятия		–	–		
Иная контактная работа:		0,2	0,2		
Контроль самостоятельной работы (КСР)		–	–		
Промежуточная аттестация (ИКР)		0,2	0,2		
Самостоятельная работа, в том числе:		17,8	17,8		
Курсовая работа		–	–		
Проработка учебного (теоретического) материала		4	4		
Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)		6	6		
Доклад		3,8	3,8		
Подготовка к текущему контролю		4	4		
Контроль:		–	–		
подготовка к зачету		–	–		
Общая трудоемкость	час.	36	36		
	в том числе контактная работа	18,2	18,2		
	зач. ед.	1	1		

2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 5 семестре (очная форма):

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Самостоятельная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение в теорию создания нанороботов	2	–	–		2
2	Нанороботы как нанодинамические системы	6	2	2		2
3	Молекулярные машины в качестве основы нанороботов	4	2	–		2
4	Источники энергии нанороботов	4	–	2		2
5	Управление нанороботами.	4	2	–		2
6	Органы чувств нанороботов	4	–	2		2
7	Компьютерные методы проектирования, моделирования и оптимизации нанороботов	5,8	2	–		3,8
8	Производство нанороботов	6	2	2		2
	Итого по дисциплине:	35,8	10	8		17,8

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 в теорию создания нанороботов	Предпосылки к созданию нанороботов. Потребность в нанороботах. Потенциальные возможности и перспективы использования нанороботов.	ПЗ/ Д
2.	Нанороботы как нанодинамические системы	Нанороботы как атомно-молекулярные системы в виде шредингеровских моделей. Нанороботы как супермолекулярные колебательно-вращательные системы. Векторные модели молекулярных частей нанороботов. Резонансные частоты колебаний частей нанороботов. Роль межмолекулярных и водородных связей в динамике структурных частей нанороботов.	ПЗ / Д
3.	Молекулярные машины в качестве основы нанороботов	Кинематические схемы наноустройств. Основные виды молекулярных машин, пригодных для создания нанороботов. Наномоторы для нанороботов. Манипуляторные системы нанороботов. Нанонагреватели.	ПЗ / Р
4	Источники энергии нанороботов	Использование аденозинтрифосфата в качестве топлива для нанороботов. Использование глюкозы и молочной кислоты в качестве топлива для нанороботов. Использование нанобатарей для энергопитания наноробо-	ПЗ / Д

		тов. Использование оптической накачки для энергопитания нанороботов. Использование электромагнитных полей для энергопитания нанороботов.	
5	Управление нанороботами	Управление нанороботами посредством электромагнитных импульсов. Управление нанороботами посредством магнитных полей. Наномеханические машины в качестве устройств управления нанороботами. Органы движения нанороботов. Манипуляторы нанороботов. Методы удаления и деструкции нанороботов.	ПЗ / Д
6	Органы чувств нанороботов	Химические наносенсоры и термические биосенсоры в качестве органов чувств нанороботов. Основные типы химических и биохимических наносенсоров, применимых для нанороботов.	ПЗ / Д
7	Компьютерные методы проектирования, моделирования и оптимизации нанороботов	Методы молекулярной механики для создания моделей нанороботов. Методы молекулярной динамики для моделирования движения и манипуляций с нанороботами. Возможности компьютерных программ в создании моделей нанороботов.	ПЗ / Д
8	Производство нанороботов	Молекулярные ассемблеры для сборки нанороботов. ДНК-основанные нанороботы. Возможности наноэлектромашинирования для создания нанороботов. Применение метода атомно-силовой микроскопии для создания нанороботов. Применение нанолитографии для создания нанороботов. Наномодификация биоклеток для создания нанороботов.	ПЗ / Д

Примечание: ПЗ – выполнение практических заданий, Д – реферат, .

2.3.2 Занятия семинарского типа.

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Введение в теорию создания нанороботов.	Потребность в нанороботах. Потенциальные возможности и перспективы использования нанороботов.	ПЗ / Д
2.	Нанороботы как нанодинамические системы.	Нанороботы как атомно-молекулярные системы в виде шредингеровских моделей. Нанороботы как супермолекулярные колебательно-вращательные системы. Векторные модели молекулярных частей нанороботов. Резонансные частоты колебаний частей нанороботов. Роль межмолекулярных и водородных связей в динамике структурных частей нанороботов.	ПЗ / Д
3.	Молекулярные машины в качестве основы нанороботов.	Кинематические схемы наноустройств. Основные виды молекулярных машин, пригодных для создания нанороботов. Наномоторы для нанороботов. Манипуляторные системы нанороботов. Нанонагреватели.	ПЗ / Д

4	Источники энергии нанороботов.	Использование АТФ, глюкозы и молочной кислоты в качестве топлива для нанороботов. Использование нанобатарей для энергопитания нанороботов. Использование оптической накачки для энергопитания нанороботов. Использование электромагнитных полей для энергопитания нанороботов.	ПЗ / Д
5	Управление нанороботами.	Управление нанороботами посредством электромагнитных импульсов. Управление нанороботами посредством магнитных полей. Наномеханические машины в качестве устройств управления нанороботами. Органы движения нанороботов. Манипуляторы нанороботов. Методы удаления и деструкции нанороботов.	ПЗ / Д
6	Органы чувств нанороботов.	Химические наносенсоры и термические биосенсоры в качестве органов чувств нанороботов. Основные типы химических и биохимических наносенсоров, применимых для нанороботов.	ПЗ / Д
7	Компьютерные методы проектирования, моделирования и оптимизации нанороботов.	Методы моделирования структуры и динамики нанороботов. Возможности компьютерных программ в создании моделей нанороботов.	ПЗ / Д
8	Производство нанороботов.	Молекулярные ассемблеры для сборки нанороботов. Возможности нанозлектромашинирования для создания нанороботов. Применение метода атомно-силовой микроскопии для создания нанороботов. Применение нанолитографии для создания нанороботов. Наномодификация биоклеток для создания нанороботов.	ПЗ / Д

Примечание: ПЗ – выполнение практических заданий, Д – доклад.

2.3.3 Лабораторные занятия.

В учебном плане лабораторных занятий по данной дисциплине не предусмотрено.

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 СРС	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 лабора-	Методические указания по выполнению лабораторных работ, утвержденные кафедрой радиофизики и нанотехнологий, протокол № 7 от

	торных работ	20.03.2017.
3.	Реферат	Бушенева Ю.И. Как правильно написать реферат, курсовую и дипломную работы: Учебное пособие для бакалавров [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – М.: Дашков и К, 2016. – 140 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/93331 . Кузнецов И.Н. Рефераты, курсовые и дипломные работы. Методика подготовки и оформления [Электронный ресурс]: учеб. пособие – Электрон. дан. – М.: Дашков и К, 2016. – 340 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/93303 .
4.	Подготовка презентации по теме реферата	Вылегжанина А.О. Деловые и научные презентации [Электронный ресурс]: учебное пособие – Электрон. дан. – М., Берлин: Директ-Медиа, 2016. – 115 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_view_red&book_id=446660 .

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: проблемная лекция, лекция-пресс-конференция, организационно-деятельностная игра, ответы на контрольные вопросы, выполнение лабораторных занятий, доклад, реферат, защита лабораторной работы.

4.1 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля.

4.1.1 Темы докладов

В процессе подготовки докладов формируются и оцениваются требуемые ФГОС и ООП для направления 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника профиля «Нанотехнологии в электронике» компетенции – ПК-15, ПК-16.

Ниже приводятся примеры докладов для рабочей программы.

1. Потенциал использования нанороботов в микроэлектронной промышленности.
2. Потенциал использования нанороботов в микробиологической промышленности.
3. Потенциал использования нанороботов в биомедицинских исследованиях.
4. Потенциал использования нанороботов в медицине.
5. Потенциал использования нанороботов в военном деле.
6. Механистический подход к выбору облика нанороботов.
7. Биомиметический подход к выбору облика нанороботов.
8. Создание магнитных центров в структурах нанороботов.
9. Создание актюаторных центров в структурах нанороботов.
10. Создание управляющих центров в структурах нанороботов.
11. Создание активирующих центров в структурах нанороботов.
12. Создание дезактивирующих центров в структурах нанороботов.
13. Нанобатареи для нанороботов.
14. Нанохарвестеры для нанороботов.
15. Нанороботы для движения по поверхностям.
16. Нанороботы для движения в жидкостях и биосредах.
17. Нанороботы–ассемблеры.
18. Нанороботы–деструкторы.
19. Нанороботы–преобразователи.
20. Химические сенсоры для нанороботов.
21. Физические сенсоры для нанороботов.

Перечень частей компетенций, проверяемых оценочным средством:

ПК-15: знать основы создания и проектирования наноразмерных робототехнических устройств; уметь делать выводы о работоспособности наноразмерных робототехнических устройств по диагностическим данным.

ПК-16: владеть навыками регламентной проверки технического состояния наноразмерных робототехнических устройств, их профилактического осмотра, необходимого ремонта.

Критерии оценки доклада:

Отметка «зачтено» выставляется студенту, если доклад соответствует предъявляемым к нему требованиям по объему и структуре и высказано собственное суждение по рассматриваемой теме.

Отметка «не зачтено» выставляется студенту, если в докладе отсутствует соответствие между заданной темой реферативной работы и изученными научными источниками, источник плохо проанализирован, собственных суждений по докладу студент не имеет.

4.1.2 Примеры практических заданий

В процессе подготовки и выполнения практических заданий формируются и оцениваются требуемые ФГОС и ООП для направления 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника профиля «Нанотехнологии в электронике» компетенции – ПК-15, ПК-16.

Ниже приводятся примеры практических заданий для рабочей программы.

1. Предложите методику мониторинга состояния биомедицинских нанороботов. Сравните технологические и экономические затраты для различных вариантов.

2. Предложите методику мониторинга работоспособности нанороботов–деструкторов для утилизации биологических отходов. Сравните технологические и экономические затраты для различных вариантов.

3. Предложите методику мониторинга работоспособности нанороботов–деструкторов для утилизации радиоактивных отходов. Сравните технологические и экономические затраты для различных вариантов.

4. Предложите методику низкостоимостной проверки функционального состояния нанороботов посредством использованием электромагнитных волн СВЧ-диапазона. Сравните технологические и экономические затраты для различных вариантов.

Перечень частей компетенций, проверяемых оценочным средством:

ПК-15: уметь делать выводы о работоспособности наноразмерных робототехнических устройств по диагностическим данным.

ПК-16: знать основные принципы регламентной проверки технического состояния наноразмерных робототехнических устройств, их профилактического осмотра, необходимого ремонта.

Критерии оценки:

- оценка **«отлично»**: студент свободно отвечает на данные выше вопросы, активно участвует в дискуссии и в работе научного коллектива, речь отличается грамотностью, использованием профессионально-ориентированной терминологии; допустимы заминки и непродолжительные остановки;

- оценка **«хорошо»**: студент отвечает на данные выше вопросы, участвует в дискуссии и в работе научного коллектива, речь отличается грамотностью, использованием профессионально-ориентированной терминологии; но присутствуют непродолжительные остановки и негрубые ошибки;

- оценка **«удовлетворительно»**: студент не дает полноценного связного ответа на вопрос, но коммуникативный замысел просматривается и в целом содержание можно считать верным, у студента присутствуют некоторые трудности в участии в беседе и работе в научном коллективе, большое количество ошибок в определении рабочих понятий; студент не владеет в достаточной степени навыком филологического анализа текстов романтизма и реализма;

- оценка **«неудовлетворительно»**: студент не дает связного ответа на вопрос или высказывания поверхностны и неясны, у студента трудности в участии в беседе и работе в научном коллективе, большое количество ошибок в определении рабочих понятий.

4.2 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

4.2.1 Вопросы, выносимые на зачет по дисциплине «Нанороботы» для направления

подготовки для направления подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника профиля "Нанотехнологии в электронике".

Вопросы для подготовки к зачету

- 1) Потенциальные возможности и перспективы использования нанороботов.
- 2) Нанороботы как атомно-молекулярные системы в виде шредингеровских моделей.
- 3) Нанороботы как супермолекулярные колебательно-вращательные системы.
- 4) Роль межмолекулярных и водородных связей в динамике структурных частей нанороботов.
- 5) Кинематические схемы наноустройств.
- 6) Основные виды молекулярных машин, пригодных для создания нанороботов.
- 7) Наномоторы для нанороботов.
- 8) Манипуляторные системы нанороботов.
- 9) Использование аденозинтрифосфата в качестве топлива для нанороботов.
- 10) Использование нанобатарей для энергопитания нанороботов.
- 11) Использование оптической накачки для энергопитания нанороботов.
- 12) Использование электромагнитных полей для энергопитания нанороботов.
- 13) Управление нанороботами посредством электромагнитных импульсов.
- 14) Управление нанороботами посредством магнитных полей.
- 15) Органы движения нанороботов.
- 16) Методы удаления и деструкции нанороботов.
- 17) Химические наносенсоры и термические биосенсоры в качестве органов чувств нанороботов.
- 18) Основные типы химических и биохимических наносенсоров, применимых для нанороботов.
- 19) Методы молекулярной механики для создания моделей нанороботов.
- 20) Методы молекулярной динамики для моделирования движения и манипуляций с нанороботами.
- 21) Возможности компьютерных программ в создании моделей нанороботов.
- 22) Молекулярные ассемблеры для сборки нанороботов.
- 23) ДНК-основанные нанороботы.
- 24) Возможности наноэлектромашинирования для создания нанороботов.
- 25) Применение метода атомно-силовой микроскопии для создания нанороботов.
- 26) Применение нанолитографии для создания нанороботов.
- 27) Наномодификация биоклеток для создания нанороботов.

Перечень частей компетенций, проверяемых оценочным средством:

ПК-15: знать основы создания и проектирования наноразмерных робототехнических устройств; уметь делать выводы о работоспособности наноразмерных робототехнических устройств по диагностическим данным; владеть приемами анализа данных по состоянию наноразмерных робототехнических устройств.

ПК-16: знать основные принципы регламентной проверки технического состояния наноразмерных робототехнических устройств, их профилактического осмотра, необходимого ремонта; уметь осуществлять регламентную проверку технического состояния наноразмерных робототехнических устройств, их профилактический осмотр, необходимый ремонт; владеть навыками регламентной проверки технического состояния наноразмерных робототехнических устройств, их профилактического осмотра, необходимого ремонта.

Оценка знаний на зачете производится по следующим *критериям*:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если он обладает знанием основного материала, хотя и допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, затруднения при выполнении практических задач незначительны;

- оценка «не зачтено» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями решает практические задачи или не справляется с ними самостоятельно.

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 экзамене;

– 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. Нанoeлектроника [Электронный ресурс] : учебник для бакалавриата и магистратуры / А. А. Щука ; под общ. ред. А. С. Сигова. - Москва : Юрайт, 2018. - 297 с. - Режим доступа: <https://biblio-online.ru/book/C8153254-ABAC-446C-A57B-5DF248ED0164>.

2. Нанoeлектроника: теория и практика [Электронный ресурс] : учеб. / В. Е. Борисенко [и др.]. - 4-е. - Москва: Лаборатория знаний, 2015. - 369 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader//book/84103>.

3. Электронные свойства и применение нанотрубок [Электронный ресурс] : монография / П. Н. Дьячков. - 3-е изд. (эл.). - Москва: Лаборатория знаний, 2015. - 491 с. - Режим доступа: <https://e.lanbook.com/reader//book/66217>.

4. Нанотехнологии в электронике-3.1. Под редакцией Чаплыгина Ю.А. – Москва: Техносфера. – 2016. – 480 с. – Режим доступа: http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=444856

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. Нанотехнологии в микроэлектронике [Текст]. Нанолитография - процессы и оборудование: [учебно-справочное руководство] / В. Ю. Киреев. - Долгопрудный : Интеллект, 2014. - 319 с.

2. Материалы и методы нанотехнологий [Текст] : учебное пособие / В. В. Старостин ; под общ. ред. Л. Н. Патрикеева. - 2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 431 с.

3. Наноматериалы [Текст] : учебное пособие / Д. И. Рыжонков, В. В. Левина, Э. Л. Дзидзигури. - 2-е изд. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. - 365 с. : ил. -

4. Нанотехнологии [Текст] : учебное пособие для студентов / Ч. Пул-мл., Ф. Оуэнс ; пер. с англ. под ред. Ю. И. Головина. - Изд. 4-е, испр. и доп. - М. : Техносфера, 2009. - 335 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 "Нанотехнологии в электронике", отводится 50% времени (36 часов СРС) от общей трудоемкости дисциплины (72 часа). 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 «Нанороботы».

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 «Нанороботы» 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 (16 недель):

Типовые задания для самостоятельной работы студентов

№ темы	Тема или задание текущей работы	Кол-во часов	Форма представления результатов	Сроки выполнения (недели)
1.	Введение в теорию создания нанороботов	2	Доклад.	1
2	Нанороботы как нанодинамические системы	2	–	2
3.	Молекулярные машины в качестве основы нанороботов	2	Устный ответ. Реферат.	2
4.	Источники энергии нанороботов	2	Устный ответ. Реферат.	2
5.	Управление нанороботами	2	Устный ответ. Реферат.	2
6.	Органы чувств нанороботов	2	Устный ответ. Реферат.	3
7.	Компьютерные методы проектирования, моделирования и оптимизации нанороботов	3,8	Реферат.	2
8.	Производство нанороботов	2	Устный ответ. Реферат.	2
Итого:		17,8		18

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.

Занятия семинарского типа представляют собой одну из важных форм самостоятельной работы студентов. Подготовка к практическим занятиям не может ограничиться слушанием лекций, а предполагает предварительную самостоятельную работу студентов в соответствии с методическими разработками по каждой запланированной теме.

В организации практических занятий реализуется принцип совместной деятельности, творчества. Семинар также является важнейшей формой усвоения знаний. В процессе подготовки к семинару закрепляются и уточняются уже известные и осваиваются новые категории. Семинар как развивающая, активная форма учебного процесса способствует выработке самостоятельного мышления студента, формированию информационной культуры.

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.

Доклад — это результат самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое устное изложение в течении 5-8 минут результатов теоретического анализа или экспериментального исследования в рамках определенной научной темы. В ходе публичного доклада студент должен раскрыть суть анализируемой работы и высказать собственные взгляды на рассматриваемые проблемы.

Подготовка докладов необходима в целях приобретения студентами необходимой профессиональной подготовки, развития умения и навыков самостоятельного поиска и анализа научных источников. С помощью доклада студенты при его прослушивании глубже постигают сложные проблемы курса, учатся лаконично пересказывать содержимое научных источников, обобщать выводы и делать заключение.

Подготовка доклада способствует формированию умения поиска научных источников и развитию умения анализировать научные статьи и сообщения.

Качество доклада оценивается по тому, насколько его содержание соответствует заданной теме, какие использованы первоисточники, насколько последовательно он изложен.

Объективность оценки работы преподавателем заключается в определении ее положительных и отрицательных сторон, по совокупности которых он окончательно оценивает представленную работу. При отрицательной рецензии работа возвращается на доработку с последующим представлением на повторную проверку с приложением замечаний, сделанных преподавателем.

С точки зрения методики проведения семинар представляет собой комбинированную, интегративную форму учебного занятия. Для подготовки и точного и полного ответа на семинарском занятии студенту необходимо серьезно и основательно подготовиться. Для этого он должен уметь работать с учебной и дополнительной литературой, а также знать основные критерии для написания реферата или подготовки доклада, если семинар проходит в данной форме. В конце занятия, после подведения его итогов преподавателем студентам рекомендуется внести изменения в свои конспекты, отметить информацию, прозвучавшую в выступлениях других студентов, дополнения, сделанные преподавателем и не отраженные в конспекте.

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. Электронная библиотечная система издательства «Лань» – тематические коллекции (<http://e.lanbook.com>)

10. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» – базовая коллекция (www.biblioclub.ru)

11. Полнотекстовые образовательные и научные базы данных: перечень, описание и условия доступа (www.kubsu.ru/University/library/resources/Poisk2013.php)

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).
3.	Практические занятия	Аудитория №230. Помещение с достаточным количеством посадочных мест и меловой или маркерной доской.
4.	Групповые (индивидуальные) консультации	Аудитория №230. Помещение с достаточным количеством посадочных мест и меловой или маркерной доской.
5.	Текущий контроль, промежуточная аттестация	Аудитория №230. Помещение с достаточным количеством посадочных мест и меловой или маркерной доской.
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.

Рецензия

на рабочую программу дисциплины **ФТД.В.01 «Нанороботы»**
для студентов 3 курса направления подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника
(квалификация «бакалавр»)

Рабочая программа дисциплины «Нанороботы» включает следующие разделы: цели и задачи дисциплины, место дисциплины в структуре основной образовательной программы, перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы, общую трудоемкость дисциплины, образовательные технологии, формы промежуточной аттестации, описание учебно-методического, информационного и материально-технического обеспечения дисциплины. Программа соответствует ООП, рабочему учебному плану направления обучения.

Рабочая программа подготовки бакалавров по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника отвечает специфике будущей профессиональной деятельности выпускников, в том числе научно-исследовательской.

В рабочей программе дисциплины «Нанороботы» приведены примеры оценочных средств для проведения текущего и промежуточного контроля и критерия оценки уровня знаний обучающихся. В тематическом плане дисциплины выделены следующие составляющие: лекции, практические занятия, а также самостоятельная работа студентов, что отвечает требованию ФГОС ВО.

В рабочей программе дисциплины «Нанороботы» содержание соответствует поставленным целям обучения, современному уровню и тенденциям развития науки и производства. Содержания разделов являются оптимальными в соответствии с распределением по видам занятий и трудоемкости в часах. Четко сформулированы планируемые результаты обучения: приобретаемые знания, умения, общие и профессиональные компетенции. Рабочая программа направлена в целом на формирование практических навыков, развития в студентах творческого подхода и системного мышления, достижения навыков исследователя и инженера.

Таким образом, рабочая программа дисциплины «Нанороботы» полностью соответствует ФГОС ВО и основной образовательной программе по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника профиля "Нанотехнологии в электронике" (квалификация «бакалавр») и может быть использована в учебном процессе в ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет».

Заведующий кафедрой теоретической физики и
компьютерных технологий КубГУ, д-р физ.-мат. наук



В.А. Исаев

Рецензия

на рабочую программу дисциплины **ФТД.В.01 «Нанороботы»**
для студентов 3 курса направления подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника
(квалификация «бакалавр»)

Программу подготовил кандидат химических наук, доцент кафедры радиофизики и нанотехнологий физико-технического факультета ФГБОУ ВО «КубГУ» Бузько Владимир Юрьевич.

Рабочая программа дисциплины «Нанороботы» включает следующие разделы: цели и задачи дисциплины, место дисциплины в структуре основной образовательной программы, перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы, общую трудоемкость дисциплины, образовательные технологии, формы промежуточной аттестации, описание учебно-методического, информационного и материально-технического обеспечения дисциплины.

В рабочей программе дисциплины «Нанороботы» указаны примеры оценочных средств для контроля результатов обучения. В тематическом плане дисциплины выделены следующие составляющие: лекции, практические занятия и самостоятельная работа студентов, отвечающие требованиям образовательного стандарта. Рабочая программа подготовки бакалавров направления подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника отвечает специфике будущей научно-исследовательской и профессиональной деятельности выпускников.

Образовательные технологии, применяемые в ходе изучения дисциплины «Нанороботы», характеризуются не только общепринятыми формами, но и выполнением индивидуальных практических заданий, активным вовлечением студентов в учебный процесс, использованием лекций с проблемным изложением, обсуждением сложных вопросов и проблем, проведением занятий в режимах взаимодействия «преподаватель – студент» и «студент – преподаватель», открытым выступлением на занятиях перед аудиторией сокурсников.

Таким образом, рабочая программа дисциплины «Нанороботы» полностью соответствует ФГОС ВО и основной образовательной программе по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника направленности подготовки "Нанотехнологии в электронике" (квалификация «бакалавр») и может быть использована в учебном процессе в ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет».

начальник бюро патентной и научно-технической информации
АО «КБ «Селена», кандидат физико-математических наук

Куликов О.Н.

Термись Верие

