

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра биофизики**  
**(БиоФиз\_ИФББ)**

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

**Заведующий кафедрой**

**Кафедра биофизики**  
**(БиоФиз\_ИФББ)**

наименование кафедры

**В.А. Кратасюк**

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**НАНОТЕХНОЛОГИИ В ЭКОЛОГИИ**

Дисциплина Б1.В.04 Нанотехнологии в экологии

Направление подготовки /  
специальность 05.04.06 Экология и природопользование  
Магистерская программа 05.04.06.01

Направленность  
(профиль) Устойчивое развитие и экологическая

Форма обучения очная

Год набора 2020

Красноярск 2021

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

050000 «НАУКИ О ЗЕМЛЕ»

---

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

Направление 05.04.06 Экология и природопользование Магистерская программа 05.04.06.01 Устойчивое развитие и экологическая безопасность

---

Программу  
составили

Профессор, Белобров П.И

---

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины**

### **1.1 Цель преподавания дисциплины**

Целью изучения дисциплины является: расширить и углубить знания студентов об основных экологических нанотехнологиях и наноматериалах, а также физико-химических основах применения нанобиосенсоров в экологии.

### **1.2 Задачи изучения дисциплины**

В задачи изучения дисциплины входит освоение физико-химических основ количественной экологии, знакомство с методами микрофлюидики, аналитических нанобиосенсоров и биочипов и с современными подходами биомедицинской и экологической нанодиагностики.

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

<b>ПК-3: владением основами проектирования, экспертно-аналитической деятельности и выполнения исследований с использованием современных подходов и методов, аппаратуры и вычислительных комплексов</b>
--

1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Вариативная дисциплина

редшествующей дисциплиной в соответствии с учебным планом является «История и методология экологии и природопользования».

1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины .

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		3
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3 (108)</b>	<b>3 (108)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>1 (36)</b>	<b>1 (36)</b>
занятия лекционного типа		
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	1 (36)	1 (36)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1 (36)</b>	<b>1 (36)</b>
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	<b>1 (36)</b>

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Введение в экологические нанотехнологии	0	4	0	8	ПК-3
2	Физико-химические основы количественной экологии	0	8	0	8	ПК-3
3	Микрофлюидика аналитических сенсоров и чипов в наноэкологии	0	12	0	12	ПК-3
4	Методы нанодиагностики в экологии вирусов	0	10	0	6	ПК-3
5	Количественный экологический анализ наноматериалов и наночастиц	0	2	0	2	ПК-3
Всего		0	36	0	36	

#### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
1	1	Тема 1.1. Цели и задачи курса «Нанотехнологии в экологии». Введение в экологию вирусов Тема 1.2. Основы биологических нанотехнологий Тема 1.3. История нанобиотехнологии	4	0	0
2	2	Тема 2.1. Современные проблемы и методы их решения в наноэкологии и биотехнологиях. Тема 2.2 Бионанотехнологии – уроки природы. Тема 2.3. Биомаркеры и штрихкоды на основе наночастиц и люцифераз. Количественная биологическая идентификация состояния молекул, клеток, органов, тканей и организма. Тема 2.4. Физические методы преобразования химических сигналов. Количественные характеристики биологических сигналов и экологических факторов.	8	0	0

3	3	<p>Тема 3.1. Физико-химические основы микро и нанофлюидики.</p> <p>Тема 3.2. Тенденции развития аналитической техники для определения химических и биологических веществ.</p> <p>Тема 3.3. Особенности анализа биологических объектов. Пробы внутренней среды организма и окружающей среды.</p> <p>Тема 3.4. Особенности воздействия полей на биологические частицы.</p> <p>Тема 3.5. Методы и способы детектирования компонентов биологических проб. Оптические, электрохимические и масс-спектрометрические методы.</p> <p>Тема 3.6. Особенности при детектировании сверхмалых количеств пробы.</p>	12	0	0
---	---	---	----	---	---

4	4	<p>Тема 4.1. Микрочипы как функциональные элементы и устройства адресной доставки лекарств.</p> <p>Тема 4.2. Разделение, концентрирование и амплификация биологических проб. Классификация методов. Сущность методов разделения.</p> <p>Тема 4.3. Электрофоретическое разделение ДНК и белков на микрочипе. Имплантируемые устройства, телеметрические системы. Анализ популяций, отдельных клеток и макромолекул на микрочипе.</p> <p>Тема 4.4. Гибридизационные (матричные) и микрофлюидные (капиллярные) чипы. Устройства идентификации, микророботы и наносенсоры.</p>	10	0	0
---	---	--	----	---	---



5	5	<p>ема 5.1. Методы, основанные на специфическом связывании. Реакция антиген- антитело. Агглютинация и преципитация. Использование меченых соединений. Иммунодиффузия, иммуноэлектрофорез.</p> <p>Тема 5.2. Полимеразная цепная реакция (ПЦР) и другие методы амплификации генетического материала (ДНК, РНК). Постановка ПЦР на микрочипе.</p> <p>Тема 5.3. Биологические чипы. Люциферазные биосенсоры и биочипы. Коммерческие аналитические приборы и функциональные устройства на основе микрочипов. Интегрированные микро-аналитические системы.</p>	2	0	0
Всего			26	0	0

### 3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

## 4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Евстратов А. А., Буляница А. Л.	Нанотехнологии в биологии и медицине. Микрофлюидика: курс лекций [для студентов и магистрантов Института фундаментальной биологии и биотехнологии СФУ]	Красноярск: СФУ, 2015

## 5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## 6 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

6.1. Основная литература			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
Л1.1	Гумилев Л. Н., Гумилева Н. В.	Этногенез и биосфера Земли: монография	Москва: Институт Ди-Дик, 1994
6.3. Методические разработки			
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год
ЛЗ.1	Евстратов А. А., Буляница А. Л.	Нанотехнологии в биологии и медицине. Микрофлюидика: курс лекций [для студентов и магистрантов Института фундаментальной биологии и биотехнологии СФУ]	Красноярск: СФУ, 2015

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

Э1	Специализированный научный поисковый сервер Google	<a href="http://scholar.google.com">http://scholar.google.com</a>
Э2	Концентратор SciVerse	<a href="http://www.info.sciverse.com/">http://www.info.sciverse.com/</a>

## 8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Условием успешной профессиональной деятельности выпускника современного вуза и его дальнейшего карьерного роста является его профессиональная мобильность, умение самостоятельно получать новые знания, повышать квалификацию.

Учебной программой дисциплины «Нанотехнологии в экологии» предусмотрено более чем половина объема времени изучения материала на самостоятельную работу студентов. Данный вид работы является обязательным для выполнения. При самостоятельном выполнении различных видов заданий студент учится принимать самостоятельно решения, разбирать и изучать новый материал, работать с периодической научной литературой.

Самостоятельная работа по курсу «Нанотехнологии в экологии» включает:

- самостоятельное изучение теоретического материала с использованием рекомендуемой литературы;

- написание итогового проекта/реферата и его презентация;

Самостоятельное изучение теоретического материала планируется по разделам курса 1 – 7, содержание и количество часов на освоение теоретического материала указаны в табл. 5.

Самостоятельная работа выполняется студентами на основе учебно-методических материалов дисциплины, приведенных в разделе 7 настоящей программы.

Самостоятельная работа по курсу «Нанотехнологии в экологии» включает самостоятельное изучение теоретического материала и написание реферата. Трудоемкость самостоятельного изучения теоретического материала составляет 1,55 ЗЕ или 30 часов и написание реферата - 1,55 ЗЕ или 30 часов:

а) самостоятельное изучение теоретического материала планируется по разделам курса 1-5 (п.п. 3.1. и 3.2), содержание и количество часов на освоение теоретического материала указаны в таблице «Самостоятельное изучение теоретического материала»:

Таблица 5.

Самостоятельное изучение теоретического материала

№

п/п

Модули

дисциплины

Самостоятельное изучение

теоретического материала по темам

Трудоемкость, ЗЕ (час)

1

2

3

1

Введение в экологические нанотехнологии

Тема 1.1. Цели и задачи курса «Нанотехнологии в экологии».

Введение в экологию вирусов

Тема 1.2. Основы биологических нанотехнологий

Тема 1.3. История нанобиотехнологии

0,11 (4)

2

Физико-химические основы количественной экологии

Тема 2.1. Современные проблемы и методы их решения в наноэкологии и биотехнологиях.

Тема 2.2 Бионанотехнологии – уроки природы.

Тема 2.3. Биомаркеры и штрихкоды на основе наночастиц и люцифераз. Количественная биологическая идентификация состояния молекул, клеток, органов, тканей и организма.

Тема 2.4. Физические методы преобразования химических сигналов. Количественные характеристики биологических сигналов и экологических факторов.

0,11 (4)

3

Микрофлюидика аналитических сенсоров и чипов в наноэкологии

Тема 3.1. Физико-химические основы микро и нанофлюидики.

Тема 3.2. Тенденции развития аналитической техники для определения химических и биологических веществ.

Тема 3.3. Особенности анализа биологических объектов. Пробы внутренней среды организма и окружающей среды.

Тема 3.4. Особенности воздействия полей на биологические частицы.

Тема 3.5. Методы и способы детектирования компонентов биологических проб. Оптические, электрохимические и масс-спектрометрические методы.

Тема 3.6. Особенности при детектировании сверхмалых количеств пробы.

0,22 (8)

4

Методы нанодиагностики в экологии организмов, клеток и вирусов

Тема 4.1. Микрочипы как функциональные элементы и устройства адресной доставки лекарств.

Тема 4.2. Разделение, концентрирование и амплификация биологических проб. Классификация методов. Сущность методов разделения.

Тема 4.3. Электрофоретическое разделение ДНК и белков на микрочипе. Имплантируемые устройства, телеметрические системы. Анализ популяций, отдельных клеток и макромолекул на микрочипе.

Тема 4.4. Гибридизационные (матричные) и микрофлюидные (капиллярные) чипы. Устройства идентификации, микророботы и наносенсоры.

0,19 (6)

5

Количественный экологический анализ наноматериалов и наночастиц

Тема 5.1. Методы, основанные на специфическом связывании. Реакция антиген-антитело. Агглютинация и преципитация. Использование меченых соединений. Иммунодиффузия, иммуноэлектрофорез.

Тема 5.2. Полимеразная цепная реакция (ПЦР) и другие методы амплификации генетического материала (ДНК, РНК). Постановка ПЦР на микрочипе.

Тема 5.3. Биологические чипы. Люциферазные биосенсоры и биочипы. Коммерческие аналитические приборы и функциональные устройства на основе микрочипов. Интегрированные микроаналитические системы.

0,22 (8)

При самостоятельной работе над теоретическим курсом студент пользуется методическими материалами из списка основной и дополнительной литературы, электронных методических изданий, перечня программного обеспечения, методических указаний, используемых в учебном процессе, приведенными в п.4 данной программы.

б) написание и защита реферата:

В рамках изучения курса студент должен подготовить реферат по одной из предложенных преподавателем тем или предложить свою.

Задания по написанию реферата выдаются лектором на первой лекции вместе со списком учебной литературы по соответствующим модулям. Защита рефератов осуществляется во время семинарских занятий в форме презентации по теме реферата, подготовленной в Power Point.

Примерные темы рефератов:

Классификация и основные характеристики наноматериалов

Промышленные источники поступления наноматериалов в окружающую среду

Источники образования наноматериалов в природе

Примеры полимерных наноматериалов.

Какие особые свойства характерны для нанопорошков?

Что такое квантовые точки?

Опишите влияние приповерхностных атомов на свойства нанопорошков.

Какими параметрами характеризуется дисперсность наноматериалов?

Как и почему изменяются свойства частиц (перечислить) при изменении их размера?

Перечислите изделия, в которых уже сейчас используются наноматериалы.

Какие наиболее распространенные методы получения углеродных наноматериалов вы знаете?

Физические и химические методы получения порошковых наноматериалов.

Каким образом наноматериалы планируется использовать для медицинской диагностики и лечения болезней?

Концепция адресной доставки лекарств

Перечислите основные свойства коллоидных систем.

Механизмы коагуляции частиц в зависимости от их размера

Опишите механизм образования двойного электрического слоя по теории ДЛВО.

Приведите возможные механизмы адгезии наночастиц в пористых средах.

Влияние кислотности раствора, заряда частиц и электролитов на физико-химические свойства наночастиц в лиозоле.

Влияние солености и органических веществ на поведение наночастиц в окружающей среде.

Перечислите основные виды взаимодействия наноматериалов с объектами окружающей среды.

Приведите схему миграции наночастиц в окружающей среде.

Роль трофических цепей в миграции и аккумуляции наноматериалов в живых организмах.

Перечислите основные механизмы взаимодействия наноматериалов и биологических объектов.

Какие способы проникновения наночастиц в организм человека вы знаете?

Схема поступления наночастиц в организм человека через дыхательные пути.

Опишите пути перемещения наночастиц в организме человека.

Каковы возможные пути выведения наноматериалов из организма человека?

Влияние наноматериалов на объекты окружающей среды

Нанотоксикология и наноэкология как новые разделы науки

Биологическое действие наноматериалов

Токсическое действие наноматериалов

Дайте определение экотоксикологии и перечислите ее основные направления.

Способы проникновения наночастиц внутрь живой клетки.

Приведите примеры положительного биологического действия наноматериалов.

Перечислите механизмы токсического действия наночастиц на клетку.

Опишите механизмы образования свободных радикалов с участием металлических и углеродных наночастиц.

Примеры токсического действия наноматериалов на млекопитающих.

Примеры токсического действия наноматериалов на беспозвоночных.

Примеры влияния наноматериалов на микробиологическую активность почв.

Как влияет способ диспергирования на степень токсичности наночастиц?

Каким образом наночастицы могут негативно влиять на растения?

От каких абиотических факторов зависит токсичность наноматериалов?

В чем отличие исследований *in vivo* от *in vitro* и от *ex vivo*?

Поясните роль размера и дисперсности при определении токсичности.

Каким образом величина концентрации влияет на токсические свойства наночастиц?

Какую роль в определении токсичности играет состав и свойства наноматериалов?

Влияют ли примеси в наноматериалах на их токсическое действие?

Оценка рисков воздействия наноматериалов на окружающую среду и человека

Перечислите и кратко охарактеризуйте физико-химические характеристики наноматериалов при оценке рисков их воздействия на окружающую среду.

Перечислите и кратко охарактеризуйте цитологические характеристики наноматериалов при оценке рисков их воздействия на окружающую среду.

Перечислите и кратко охарактеризуйте характеристики межмолекулярного взаимодействия наноматериалов при оценке рисков их воздействия на окружающую среду.

Какие токсикологические и экологические характеристики используются при оценке рисков?

Способы предотвращения коагуляции наночастиц в суспензиях и

аэрозолях.

Подходы при определении дозы в нанотоксикологии.

Назначение и физические основы микроскопических методов исследования наноматериалов.

Спектроскопические методы, используемые для изучения наночастиц в окружающей среде.

Причины риска действия наноматериалов на здоровье человека и окружающую среду?

Жизненный цикл наноматериалов с указанием рисков.

Экологические риски развития нанотехнологий и внедрения наноматериалов.

При подготовке реферата студент пользуется методическими материалами из списка основной и дополнительной литературы, электронных методических изданий, перечня программного обеспечения, методических указаний, используемых в учебном процессе, приведенными в п.4 данной программы.

Структура реферата:

Реферат включает следующие структурные элементы:

Титульный лист. С него начинается нумерация страниц, но номер не ставится. Номера страниц начинают печатать с первой страницы раздела «Введение». Титульный лист оформляется аналогично титульному листу курсовой работы: указывают наименование высшего учебного заведения; факультет, кафедру, где выполнялась работа; название работы; фамилию и инициалы студента; ученую степень и ученое звание, фамилию и инициалы преподавателя; город и год выполнения работы.

Содержание. В содержании представлены названия всех разделов и подразделов работы, каждое из которых печатается с новой строки. В конце строки ставится номер страницы, на которой напечатана данная рубрика в тексте. Номера страниц печатаются вблизи правого поля, все на одинаковом расстоянии от края страницы. Следует обратить внимание, что названия разделов и подразделов в оглавлении должно точно соответствовать заголовкам текста.

Введение. Во введении обосновывается актуальность рассматриваемой темы, пути развития на современном этапе, имеющиеся проблемы и способы их разрешения. Объём данного раздела не должен превышать одной страницы.

Обзор литературы. В данном разделе излагаются теоретические основы по выбранной тематике. Изложение должно вестись в форме теоретического анализа проработанных источников применительно к



выполняемой теме, логично, последовательно и грамотно. При необходимости данный раздел может состоять из отдельных подразделов. Из содержания теоретического обзора должно быть видно состояние изученности темы в целом и отдельных ее вопросов.

**Заключение.** Представляет собой краткое обобщение (2-3 абзаца) приведенных данных.

**Библиографический список.** Оформляется в соответствии с существующими требованиями.

**Приложения.**

Оформление реферата должно соответствовать межгосударственному стандарту ГОСТ 7.32-2001, устанавливающему общие требования к структуре и правилам оформления научных и технических отчетов.

В реферате должен быть список библиографических ссылок, который составляется в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка». Объем реферата должен составлять 20-30 страниц.

Реферат сдается на проверку преподавателю согласно «Графику учебного процесса и самостоятельной работы студентов по дисциплине «Нанотехнологии в экологии».

С целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся, а также развитие коммуникативных компетенций защита реферата проводится в виде презентации на практических занятиях в интерактивной форме, т.е. с участием в обсуждении темы реферата других обучающихся.

Защита итоговой работы осуществляется с целью проверки усвоения студентами комплекса знаний, полученных при изучении дисциплины. Для защиты реферата студент готовит презентационные материалы, оформленные в виде последовательности слайдов, демонстрируемых на экранах для аудитории слушателей. При подготовке рефератов и презентаций рекомендуется использовать лицензионное программное обеспечение ФГАОУ ВО СФУ. Во время защиты рефератов, используется современное интерактивное оборудование, закупленной по программе развития СФУ. В частности, интерактивная доска SMART Board 3000i использует все возможности персонального компьютера в режиме реального времени. Специальное программное обеспечение позволяет работать с текстами и графическими объектами, аудио- и видеоматериалами, Интернет-ресурсами, базами данных, библиотеками и т. д.

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **9.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

9.1.1	Студентам предоставлен свободный доступ к фондам учебно-методической документации Интернет-ресурса СФУ и возможности работы в режиме on-line с зарубежными и отечественными лицензионными информационными базами данных.
9.1.2	В рамках контрольных мероприятий при изучении дисциплины студентам предоставляется возможность осуществлять представление отчетов/эссе в режиме on-/off-line с использованием закрытого образовательного пространства сайта Института фундаментальной биологии и биотехнологии ФГАОУ ВО СФУ.
9.1.3	Использование сети Интернет способствует использованию так называемой «технологии открытого обучения», помогающей создать качественно новое информационно-образовательное пространство, в котором увеличивающийся информационный поток заставляет всех участников процесса переходить от модели накопления знаний к системе овладения навыками самообразования.

### **9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

9.2.1	В рамках изучения дисциплины «Нанотехнологии в экологии» обучающимся обеспечен доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам:
9.2.2	свободный доступ в сеть Интернет, в т. ч. к электронным реферативным базам данных, включающих научные журналы, патенты, материалы научных конференций, информацию по цитируемости статей( в том числе и для российских авторов);
9.2.3	доступ к Freedom Collection издательства Elsevier, в которую входят электронные научные полнотекстовые журналы по всем областям науки, техники, медицины. Охват более 15000 названий журналов.
9.2.4	24 предметные коллекции (охват более 1800 названий журналов).
9.2.5	

## **10 Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Необходимое для реализации дисциплины «Нанотехнологии в экологии» материально-технического обеспечения включает в себя:

учебные аудитории, оборудованные аппаратно-программными комплексами «Малый презентационный комплекс», «Доска обратной проекции», «Средний презентационный комплекс»;

компьютерный класс, укомплектованный современными компьютерами, на 15 рабочих мест с выходом в Интернет;

Помимо этого 15 уникальных аппаратно-программных комплексов «Электронный читальный зал» Электронной библиотеки СФУ позволяют организовать регламентированный доступ к электронному образовательному и научному контенту, проведение учебных и научных семинаров, в т.ч. с использованием видеоконференций и современных интерактивных технологий.