

Белорусский государственный университет



« 30 » июня 2017 г.

Регистрационный № УД- 4065 /уч.

Нанобиотехнологии

**Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:**

1-31 01 03 Микробиология

специализаций 1-31 01 03 01 Прикладная микробиология

1-31 01 03 02 Молекулярная микробиология

2017 г.

Учебная программа составлена на основе ОСВО 1-31 01 03-2013, учебных планов УВО № G 31-129/уч. 2013 г. и № G 31з-156/уч. 2013 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Денис Олегович Герловский, доцент кафедры микробиологии Белорусского государственного университета, кандидат химических наук

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой микробиологии Белорусского государственного университета (протокол № 21 от 05 мая 2017 г.);

Учебно-методической комиссией биологического факультета Белорусского государственного университета (протокол № 10 от 31 мая 2017 г.)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине «Нанобиотехнологии» составлена на основе образовательного стандарта высшего образования первой ступени по специальности 1-31 01 03 «Микробиология». Учебная дисциплина относится к циклу дисциплин специализации.

Нанобиотехнология – это междисциплинарный научно-технический комплекс знаний, основанный на средствах и методах биотехнологии и нанотехнологии, занимающийся изучением и воздействием объектов нанодиапазона на биологические объекты с целью создания и производства полезных для человека продуктов, технологий и процессов.

В настоящее время нанобиотехнология имеет три сформировавшихся направления, развитие которых сейчас идет усиленным темпом. Это: наномедицина, биомиметика и разработка методов и способов привнесения искусственных наноразмерных частиц, различных материалов и интерфейсов в живые системы. Каждое из этих направлений заслуживает отдельного рассмотрения.

Целью данной дисциплины является получение студентами глубоких, системных междисциплинарных знаний о биообъектах наноуровня, подходах и методах, используемых для решения широкого круга прикладных и исследовательских научных задач.

Основными **задачами** изучения дисциплины являются следующие:

- дать студентам представление о нанобиотехнологии как о современной науке,
- познакомить студентов с новыми биологически активными веществами и лекарствами, создаваемыми с помощью нанобиотехнологии,
- ознакомить с перспективами развития нанобиотехнологий и тем самым расширить их профориентационные возможности,
- дать представление о практическом значении разрабатываемых методов в нанобиотехнологии для медицины, техники, экологии, и других производств.

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- предмет, цель, задачи дисциплины и ее значение для своей будущей профессиональной деятельности;
- направления развития фундаментальных исследований и прикладных разработок в области нанобиотехнологий;
- основные методы нанобиотехнологий;
- применение биологических процессов и систем в производстве: генетическая инженерия, клеточная инженерия, нанобиотехнологии в иммунологии и др.,
- перспективы развития нанобиотехнологий;

уметь:

- работать с научной, учебной и учебно-методической литературой;
- применять полученные знания для рациональной эксплуатации и усовершенствования биомедицинских приборов и систем;
- оценивать и объяснять общие принципы деятельности и значение нанобиотехнологии.

владеть:

- биотехнологической терминологией, современными информационными технологиями и инструментальными средствами для решения общенаучных задач в своей профессиональной деятельности.

Учебная программа составлена на основе межпредметных связей и учебных программ по смежным дисциплинам («Генетика микроорганизмов», «Векторные системы», «Генная инженерия», «Инженерная энзимология»).

Изучение учебной дисциплины «Нанобиотехнологии» должно обеспечить формирование у студента следующих компетенций:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью).

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

ПК-2. Осваивать новые модели, теории, методы исследования, разрабатывать новые методические подходы.

ПК-3. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научной литературе, составлять аналитические обзоры.

ПК-4. Готовить научные статьи, сообщения, доклады и материалы к презентациям.

ПК-7. Осуществлять поиск и анализ данных по изучаемой проблеме в научно-технических и других информационных источниках.

В соответствии с учебным планом очной формы получения образования преподавание учебной дисциплины осуществляется в 9 семестре. Программа рассчитана на 128 часов, из них аудиторных 44 часа. Распределение по видам занятий: лекции – 26 часов, лабораторные занятия – 14 часов, аудиторный контроль управляемой самостоятельной работы – 4 часа.

В соответствии с учебным планом заочной формы получения образования преподавание учебной дисциплины осуществляется в 10-11 семестрах. Программа рассчитана на 128 часов, из них аудиторных 24 часа. Распределение по видам занятий: лекции – 20 часов, лабораторные занятия – 4 часа.

Форма текущей аттестации по учебной дисциплине – экзамен.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

I. ВВЕДЕНИЕ

Нанобиотехнологии как междисциплинарный научно-технический комплекс знаний, основанный на средствах и методах биотехнологии и нанотехнологии. Предмет, объект, цели и задачи исследования нанобиотехнологии, базовый комплекс знаний (молекулярная биология, нанотехнологии и т.д.). Основопологающие факторы появления, становления и развития нанобиотехнологии. Основные направления развития нанобиотехнологий: наномедицина, биомиметика и разработка методов и способов привнесения искусственных наноразмерных частиц, различных материалов и интерфейсов в живые системы.

II. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ НАНОБИОТЕХНОЛОГИИ

Структурный анализ (рентгеновская кристаллография, электронный парамагнитный резонанс, ядерный магнитный резонанс). Микроскопия. Оптическая спектроскопия. Масс-спектрометрия.

III. МОЛЕКУЛЯРНО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАНОБИОТЕХНОЛОГИИ

Нанобиотехнология в биотехнологии. Биологические наноструктуры. Размеры биологических наноструктур. Надмолекулярная химия и биохимия: теоретические основы самосборки. Самосборка наноструктур. Самосборка природных биологических наноструктур. Процессы самосборки и самоорганизации в биологии. Организация бактериальных S-слоев. Самоорганизация вирусов. Самоорганизация фосфолипидных мембран. Нитчатые элементы цитоскелета. Амилоидные фибриллы - биологические наноструктуры, образующиеся путем самосборки. Паутина и шелк природные надмолекулярные сборки из фибриллярных белков. Биологические нанодвигатели: кинезин и динеин. Другие нанодвигатели: жгутики и реснички. Ионные каналы: селективные нанопоры. Модельные объекты молекулярной биологии клетки.

Нанобиотехнологии прокариот. Применение сильных регулируемых промоторов. Химерные белки. Оптимизация экспрессии генов. Повышение выхода рекомбинантных белков. Повышение эффективности экспрессии.

Нанобиотехнологии эукариот. Рекомбинантные эукариотические системы. Системы экспрессии *Saccharomyces cerevisiae*. Системы экспрессии с использованием культур клеток насекомых. Челночный вектор на основе

бакуловируса. Экспрессирующие векторы для работы с клетками млекопитающих. Направленный мутагенез и генная инженерия белков.

IV. МОЛЕКУЛЯРНЫЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОМПОНЕНТОВ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАНОСБОРОК

Возникновение биологической активности в результате самосборки. Узнавание и химическая аффинность молекул. Аффинность и специфичность биологических взаимодействий. Связь между термодинамикой и кинетикой диссоциации. Химические основы молекулярного узнавания и специфического связывания. Образование специфических комплексов за счет повышения энтропии. Антитела как молекулярные сенсоры узнавания. Узнавание нуклеиновых кислот белками. Взаимодействие рецепторов с лигандами. Взаимное узнавание нуклеиновых кислот. Самосборка наноматериалов, построенных образцу биоматериалов. Материалы на основе ДНК. Наноматериалы на основе пептидов. Первые пептидные нанотрубки. Амфифильные и ПАВ-подобные пептидные блоки. Электростатическое взаимодействие как движущая сила самосборки. Самосборка конъюгированных пептидов. Роль взаимодействия ароматических групп в образовании наноструктур. Образование нанотрубок из ароматических дипептидов (ADNT). Образование сферических наноструктур из коротких пептидов. РНА-полимеры.

V. ПРИМЕНЕНИЕ ДОСТИЖЕНИЙ БИОНАНОТЕХНОЛОГИИ В МЕДИЦИНЕ И В ДРУГИХ ОБЛАСТЯХ

Совершенствование лекарств за счет нанокристаллов. Наноконтейнеры для доставки лекарств. Фуллерены: новая форма углерода. Углеродные нанотрубки: главные строительные блоки для нанотехнологий будущего.

Нанотрубки и фуллеренподобные кластеры из других соединений: неорганические наноматериалы. Квантовые точки и другие наночастицы. Магнитные наночастицы. Аналитическая иммунодиагностика методом ELISA. ДНК-дактилоскопия. ПЦР-праймеры с флуоресцентными метками. Конъюгаты препаратов с антителами. Химерные белки в терапии ВИЧ. Молекулярная биотехнология вакцин. Нанобиотехнология биологически активных препаратов. Рекомбинантный синтез биополимеров. Рекомбинантный синтез каучука и полигидроксиалканоатов. Применение нанопроводников для биологической детекции. Применение «мягкой» литографии в биотехнологии. Контрастирующие магнитные наноматериалы. Нанотехнологии и водные ресурсы. Нанокосметика. Использование солнечной энергии.

IV. ПРИМЕНЕНИЕ СБОРОК ИЗ БИОМОЛЕКУЛ В НАНОТЕХНОЛОГИИ. НАНОБИОНИКА И ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ КАК ПРОТОТИПЫ 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.

VI ПЕРСПЕКТИВЫ НАНОБИОТЕХНОЛОГИИ НА СТЫКЕ МОЛЕКУЛЯРНОЙ БИОЛОГИИ И БИОТЕХНОЛОГИИ

Разработка модифицированных биосистем для сборки наноструктур. Нанотехнология и тканевая инженерия. Конструирование тканей мозга. Создание композитных материалов из биомолекул и неорганических соединений. Нанобиомашины и нанороботы.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Очная форма получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1.	Введение	2						Устный опрос, защита рефератов
2.	Экспериментальные аналитические методы нанобиотехнологии	2						Устный опрос, защита рефератов
3.	Молекулярно-биологические основы нанобиотехнологии	6			2			Письменная работа, коллоквиум
4.	Молекулярные и химические основы взаимодействия компонентов биологических наносборок	6			5	1		Письменная работа, коллоквиум
5.	Применение достижений бионанотехнологии в медицине и в других областях	6			5	1		Письменная работа, коллоквиум
6.	Применение сборок из биомолекул в нанотехнологии. Нанобионика и живые системы как прототипы нанотехнологии	2			2	1		Устный опрос, защита рефератов
7.	Перспективы нанобиотехнологии на стыке молекулярной биологии и биотехнологии	2				1		Письменная работа, коллоквиум

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Заочная форма получения высшего образования

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Количество часов УСР	Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное		
1.	Введение	2						
2.	Экспериментальные аналитические методы нанобиотехнологии	2						
3.	Молекулярно-биологические основы нанобиотехнологии	4			2			Устный опрос, защита рефератов
4.	Молекулярные и химические основы взаимодействия компонентов биологических наносборок	4			2			Устный опрос, защита рефератов
5.	Применение достижений бионанотехнологии в медицине и в других областях	4						
6.	Применение сборок из биомолекул в нанотехнологии. Нанобионика и живые системы как прототипы нанотехнологии	2						
7.	Перспективы нанобиотехнологии на стыке молекулярной биологии и биотехнологии	2						

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Эхуд Газит Нанобиотехнология: необъятные перспективы развития / Газит Эхуд. Перевод с англ. — А.Е. Соловченко, 2011.
2. Огурцов А.Н. Введение в молекулярную биотехнологию / А.Н. Огурцов. - Х.: НТУ "ХПИ", 2008.
3. Огурцов А.Н. Молекулярная биотехнология клетки / А.Н. Огурцов. - Х.: НТУ "ХПИ", 2009.
4. Огурцов А.Н. Введение в биофизику. Физические основы биотехнологии / А.Н. Огурцов. - Х.: НТУ "ХПИ", 2008.
5. Гусев А. И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии. / А. И. Гусев. / М.: Физматлит., 2005.
6. Медведева Н.В., Ипатова Ю.Д. Нанобиотехнология и наномедицина/ Н.В. Медведева, Ю.Д. Ипатова/ М.: Биомед. Химия, 2006.
7. Click В. R. Molecular Biotechnology: Principles and Applications of Recombinant DNA. 4th ed. / В.Р. Glick. J.J. Pasternak.. С.Л. Patten – ASM Press, 2009.
8. Nanoscience: Nanobiotechnology and Nanobiology / Ed. by P. Boisseau. P. Houndy. M. Lahmani. - Berlin : Springer, 2010.
9. Nanobiotechnology. Concepts Applications and Perspectives / Ed. By С.М. Niemeyer. С.А. Mirkin. - Weinheim : Wiley-VCH, 2004.
10. Nanobiotechnology. More Concepts and Applications / Ed. by С.А. Mirkin. С.М. Niemeyer. - Weinheim : Wiley-VCH, 2007.
11. Nanobiotechnology: Bioinspired Devices and Materials of the Future / Ed. by O. Shoseyov. I. Levy. - Totowa : Humana Press, 2008.
12. Scanning Probe Microscopy in Nanoscience and Nanotechnology / Ed. By B. Bhushan. - Berlin : Springer, 2010.

Дополнительная:

1. Lindsay S.M. Introduction to Nanoscience / S.M. Lindsay. - Oxford : Oxford University Press. 2010.
2. Nanobiotechnology protocols / Ed. by S.J. Rosenthal. D.W. Wright. - Totowa : Humana Press. 2005.
3. Martin D.K. Nanobiotechnology of Biomimetic Membranes / D.K. Martin. - Springer. 2007.
4. Nanotoxicology. Characterization Dosing and Health Effects / Ed. By N.A. Monteiro. C.L. Tran. - New York : Informa Healthcare. 2007.
5. Nanocarrier Technologies. Frontiers of Nanotherapy / Ed. by M.R. Mozafari. - Dordrecht: Springer. 2006.

6. Nanofabrication Towards Biomedical Applications / Ed. by C.S. Kumar. J.Hormes. C.Leuschner. - Weinheim : Wiley-VCH. 2005. - 420 p.
7. Handbook of Nanofabrication / Ed. by G. Wiederrecht. - Amsterdam : Elsevier. 2010.
8. Баллюзек Ф.В. Нанотехнологии для медицины / Ф.В. Баллюзек. А.С. Куркаев. Л. Сенте. - С.-Пб.: ООО "Сезам-Принт". 2008.
9. Нанотехнология в ближайшем десятилетии / Под ред. М.К. Роко. Р.С. Унльямса. П. Аливисатоса. - М.: Мир. 2002.
10. Пул Ч. Нанотехнологии / Ч. Пул. Ф. Оуэне. - М.: Техносфера. 2009.
11. Photon-based Nanoscience and Nanobiotechnology / Ed. by J.J. Dubowski. S. Tanev. - Dordrecht: Springer. 2006.
12. Goodsell D.S. Bionanotechnology: Lessons from nature / D.S. Goodsell.- New Jersey : Wiley. 2004.
13. Nanotechnology in Biology and Medicine-Methods Devices and Applications / Ed. by T. Vo-Dinh. - Boca Raton : CRC. 2007.

ПЕРЕЧЕНЬ КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ УПРАВЛЯЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

1. Молекулярно-биологические основы нанобиотехнологии (2 ч).
2. Молекулярные и химические основы взаимодействия компонентов биологических наносборок (2 ч).

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

Для текущего контроля качества усвоения знаний студентами используется следующий диагностический инструментарий:

- письменные контрольные работы по отдельным темам курса;
- устные опросы при защите лабораторных работ;
- тестирование;
- защита подготовленного студентом реферата.

ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ (очная форма получения образования) (2 ч каждое)

1. Молекулярно-биологические основы нанобиотехнологии
2. Надмолекулярная химия и биохимия: теоретические основы самосборки. Самосборка наноструктур.
3. Самоорганизация фосфолипидных мембран.
4. Возникновение биологической активности в результате самосборки.
5. Аффинность и специфичность биологических взаимодействий.
6. Узнавание и химическая аффинность молекул.
7. Нанобионика и живые системы как прототипы нанотехнологии.

ПЕРЕЧЕНЬ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

(заочная форма получения образования)

(2 ч каждое)

1. Молекулярно-биологические основы нанобиотехнологии
2. Надмолекулярная химия и биохимия: теоретические основы самосборки. Самосборка наноструктур.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Для организации самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине следует использовать современные информационные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, методические указания к лабораторным занятиям, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.).

Эффективность самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего и итогового контроля знаний в форме устного опроса, коллоквиумов, тестового компьютерного контроля по темам и разделам. Для общей оценки качества усвоения студентами учебного материала рекомендуется использование рейтинговой системы.

ПЕРЕЧЕНЬ РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ

В качестве формы текущего контроля по учебной дисциплине предусмотрен экзамен. В качестве средств текущего контроля знаний студентов рекомендуются:

- защита индивидуальных заданий при выполнении лабораторных работ;
- защита подготовленного студентом реферата;
- устные опросы;
- письменные контрольные работы;
- компьютерное тестирование.

СТРУКТУРА РЕЙТИНГОВОЙ СИСТЕМЫ

Итоговая оценка (минимум 4, максимум 10 баллов) определяется по формуле:

$$\text{Итоговая оценка} = A \times 0,4 + B \times 0,6,$$

где A – средний балл по лабораторным занятиям и УСР,

B – экзаменационный балл

Итоговая оценка выставляется только в случае успешной сдачи экзамена (4 балла и выше).

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ ИТОГОВОЙ ОЦЕНКИ

Текущая аттестация по учебной дисциплине проводится в соответствии со следующими нормативными документами:

1) ПРАВИЛА проведения аттестации студентов, курсантов, слушателей при освоении содержания образовательных программ высшего образования, утвержденные Постановлением Министерства образования Республики Беларусь 29.05.2012 № 53;

2) ПОЛОЖЕНИЕ о рейтинговой системе оценки знаний по дисциплине в Белорусском государственном университете, утвержденное Приказом ректора БГУ от 18.08.2015 № 382-ОД;

3) Критерии оценки и компетенций студентов по 10-ти балльной шкале, утвержденные Приказом Министерства образования Республики Беларусь от 22.12.2003 №21-04-1/105.

ПРОТОКОЛ СОГЛАСОВАНИЯ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ УВО

Название учебной дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Генетика микроорганизмов	Микробиологии	Отсутствуют Зав. кафедрой В.А. Прокулевич	Утвердить согласование протокол № 21 от 05 мая 2017 г.
Векторные системы	Микробиологии	Отсутствуют Зав. кафедрой В.А. Прокулевич	Утвердить согласование протокол № 21 от 05 мая 2017 г.
Генная инженерия	Молекулярной биологии	Отсутствуют Зав. кафедрой А.Н. Евтушенко	Утвердить согласование протокол № 21 от 05 мая 2017 г.
Инженерная энзимология	Биохимии	Отсутствуют Зав. кафедрой И.В. Семак	Утвердить согласование протокол № 21 от 05 мая 2017 г.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО
на ____ / ____ учебный год

№№ п/п	Дополнения и изменения	Основание

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры
_____ (протокол № ____ от _____ 201_ г.)
(название кафедры)

Заведующий кафедрой

_____ (ученая степень, ученое звание)

_____ (подпись)

_____ (И.О.Фамилия)

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

_____ (ученая степень, ученое звание)

_____ (подпись)

_____ (И.О.Фамилия)