

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по учебной работе

_____ Василенко В.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

«30» мая 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
ДИСЦИПЛИНЫ

Основы бионанотехнологии

Направление подготовки

06.03.01 Биология

Направленность (профиль)

Пищевая микробиология

Квалификация выпускника

бакалавр

Воронеж

1. Цели и задачи дисциплины

Целью освоения дисциплины "Основы бионанотехнологии" является формирование компетенций обучающегося в области профессиональной деятельности и сфере профессиональной деятельности:

22 Пищевая промышленность, включая производство напитков и табака (в сфере технологий комплексной переработки мясного и молочного сырья);

40 Сквозные виды профессиональной деятельности.

Дисциплина направлена на решение задач профессиональной деятельности следующего типа: *научно-исследовательский*.

Программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология.

2. Перечень планируемых результатов обучения, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ПКв-1	Способен проводить сбор, анализ и обработку научно-технической (научной) информации, необходимой для решения профессиональных задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	ИД1 _{ПКв-1} - Обеспечивает сбор научно-технической (научной) информации, необходимой для решения задач исследования, поставленных специалистом более высокой квалификации
			ИД2 _{ПКв-1} - Проводит первичный анализ и обобщение отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований под руководством специалиста более высокой квалификации
			ИД3 _{ПКв-1} - Представляет, публикует, защищает и распространяет результаты своей профессиональной и научно-исследовательской деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 _{ПКв-1} - Обеспечивает сбор научно-технической (научной) информации, необходимой для решения задач исследования, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знает: современные перспективные направления бионанотехнологии и возможные области применения полученных результатов
	Умеет: ориентироваться в современных достижениях и открытиях в области бионанотехнологии
	Владеет: современными представлениями о методах бионанотехнологии
ИД2 _{ПКв-1} - Проводит первичный анализ и обобщение отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований под руководством специалиста более высокой квалификации	Знает: отечественный и международный опыт в области бионанотехнологии
	Умеет: проводить первичный анализ и обобщать отечественный и международный опыт в области бионанотехнологии
	Владеет: информацией о современных подходах в изучении геномов; представлениями о методах бионанотехнологии

3. Место дисциплины (модуля) в структуре ОП ВО

Дисциплина относится к *части, формируемой участниками образовательных отношений* «Дисциплины/модули» Блока 1 ОП. Дисциплина является обязательной к изучению.

Изучение дисциплины основано на знаниях, умениях и навыках, полученных при изучении обучающимися дисциплин: «Современные проблемы нутрициологии»,

«Биологическая индикация», «Генетика», «Введение в биотехнологию и биоинженерию», «Молекулярная биология», «Редактирование геномов: актуальные задачи и технологии», «Биоинженерия в современных пищевых технологиях», «Биоинформатика».

Дисциплина является предшествующей для изучения дисциплин «Основы микробиологического синтеза», «Спецпрактикум по пищевой микробиологии», «Биологическая безопасность сырья и продуктов животного и растительного происхождения», «Агробиотехнология и рециклинг биоотходов агропромышленного комплекса» практической подготовки и подготовки выпускной квалификационной работы.

4. Объем дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 зачетные единицы.

Виды учебной работы	Всего ак. ч	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч
		7 семестр
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	108	108
Контактная работа в т. ч. аудиторные занятия:	45,85	45,85
Лекции	15	15
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	-	-
Практические занятия	30	30
<i>в том числе в форме практической подготовки</i>	30	30
Консультации текущие	0,75	0,75
Вид аттестации (зачет)	0,1	0,1
Самостоятельная работа:	62,15	62,15
Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	20,15	20,15
Подготовка к практическим/лабораторным занятиям	18	18
Подготовка реферата	24	24

5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1 Содержание разделов дисциплины (модуля)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела (указываются темы и дидактические единицы)	Трудоемкость раздела, ак.ч
1	Нанотехнологии и бионанотехнологии. Специфика бионаномашин	Предмет бионанотехнологии. Основные концепции, направления развития бионанотехнологии. Бионаномашин. Особенности строения биогенных макромолекул. Примеры природных бионаномашин.	32,7
2	Методы в бионанотехнологии. Структурные принципы бионанотехнологии	Технология рекомбинантных ДНК. Конструирование ДНК. Методы синтеза белков. Точечный мутагенез. Технология слияния белков. Моноклональные антитела. Роль среды в формировании биомолекул. Принцип иерархичности в создании бионаномашин. Структурные особенности ковалентных связей в биомолекулах. Структурные особенности нековалентных взаимодействий. Роль гидрофобного эффекта в формировании структуры биомолекул. Самоассемблирование и самоорганизация биообъектов. Информационно-управляемое наноассемблирование наномашин (ДНК, рибосомы).	32,7
3	Функциональные принципы	Биоэнергетика. Энергопитание бионаномашин. Функциональная роль топливных	41,75

бионанотехнологии. Применение достижений нанотехнологии	молекул в биосистемах. Поглощение света молекулами в биосистемах. Бионаноэлектрические цепи переноса электронов Биотранспорт. Функциональные особенности строения линейных АТФ-моторов Биоматериалы. Формирование фибриллярных микроструктур. Биоминерализация тканей. Формирование эластичных биоматериалов, адгезивных биоматериалов Белковая инженерия. Нестандартные аминокислоты и ДНК. Нанотехнологии для электроники. Молекулярные наноконтейнеры. Наномедицина: иммунотоксины, липосомы, нанонити. Бионаноматериалы. Перспективы бионанотехнологий	
<i>Консультации текущие</i>		0,75
<i>Вид аттестации (зачет)</i>		0,1

5.2 Разделы дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Лекции, ак. ч	ПЗ (С), ак. ч	СРО, ак. ч
1	Нанотехнологии и бионанотехнологии. Специфика бионаномашин	4	8	20,7
2	Методы в бионанотехнологии. Структурные принципы бионанотехнологии	4	8	20,7
3	Функциональные принципы бионанотехнологии. Применение достижений нанотехнологии	7	14	20,75
<i>Консультации текущие</i>		0,75		
<i>Вид аттестации (зачет)</i>		0,1		

5.2.1 Лекции

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика лекционных занятий	Трудоемкость, ак. ч
1	Нанотехнологии и бионанотехнологии. Специфика бионаномашин	Предмет бионанотехнологии. Возникновение и развитие нанотехнологии как обособленной области знания на стыке физики, химии и биологии. Основные концепции, направления развития бионанотехнологии. Бионаномшины. Особенности строения биогенных макромолекул. Примеры природных бионаномашин	4
2	Методы в бионанотехнологии. Структурные принципы бионанотехнологии	Технология рекомбинантных ДНК. Конструирование ДНК. Методы синтеза белков. Точечный мутагенез. Технология слияния белков. Моноклональные антитела Роль среды в формировании биомолекул. Принцип иерархичности в создании бионаномашин. Структурные особенности ковалентных связей в биомолекулах. Структурные особенности нековалентных взаимодействий. Роль гидрофобного эффекта в формировании структуры биомолекул. Самоассемблирование и самоорганизация биообъектов. Информационно-управляемое наноассемблирование наномашин (ДНК, рибосомы).	4
3	Функциональные принципы бионанотехнологии. Применение	Биоэнергетика. Энергопитание бионаномашин. Функциональная роль топливных молекул в биосистемах. Поглощение света молекулами в биосистемах. Бионаноэлектрические цепи переноса	7

	достижений нанотехнологии	<p>электронов</p> <p>Биотранспорт. Функциональные особенности строения линейных АТФ-моторов</p> <p>Биоматериалы. Формирование фибриллярных микроструктур. Биоминерализация тканей. Формирование эластичных биоматериалов, адгезивных биоматериалов</p> <p>Белковая инженерия. Нестандартные аминокислоты и ДНК. Нанотехнологии для электроники. Молекулярные наноконтейнеры. Наномедицина: иммунотоксины, липосомы, нанонити. Бионаноматериалы. Перспективы бионанотехнологий</p>	
--	---------------------------	---	--

5.2.2 Практические занятия (семинары)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость, ак. ч
1	Нанотехнологии и бионанотехнологии. Специфика бионаномашин	Бионанотехнология на стыке нанотехнологии и биотехнологии. Отечественные и зарубежные ученые в нанонауке (Р.Зигмонди, Т. Сведберг, И.Лэнгмюр, Д. Бардин, У. Шокли, У. Браттейн, Г. Биннинг, Г. Рорер, Э. Руска, Ж.И. Алферов). Программа развития nanoиндустрии в РФ. Наноструктуры (углеродные нанотрубки, фуллерены, нанопроводники, наностержни, магнитные наночастицы). Биоматериалы (трансплантаты, имплантаты) и гибридные наноматериалы. Бионаномашин (особенности строения и функции)	8
2	Методы в бионанотехнологии. Структурные принципы бионанотехнологии	Аналитические методы бионанотехнологии (методы молекулярной биологии, структурный анализ, микроскопия, масс-спектрометрия, биофизические нанотехнологии) Методы манипулирования молекулами. Фолдинг белков и механизмы его регуляции. Формирование молекулярных комплексов	8
3	Функциональные принципы бионанотехнологии. Применение достижений нанотехнологии	Антитела как молекулярные сенсоры узнавания. Узнавание нуклеиновых кислот белками. Взаимодействие рецепторов с лигандами. Совершенствование лекарств за счет нанокристаллов. Контрастирующие магнитные наноматериалы. Нанотехнологии в медицине, сельском хозяйстве. Нанотехнологии и водные ресурсы.	14

5.2.3 Лабораторный практикум не предусмотрен.

5.2.4 Самостоятельная работа обучающихся

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Вид СРО	Трудоемкость, час
1	Нанотехнологии и бионанотехнологии. Специфика бионаномашин	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	6,7
		Подготовка к практическим занятиям	6
		Реферат	8
2	Нанодиагностика в бионанотехнологии. Структурные	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	6,7
		Подготовка к практическим занятиям	6
		Реферат	8

	принципы бионанотехнологии		
3	Функциональные принципы бионанотехнологии. Применение достижений нанотехнологии	Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	6,75
		Подготовка к практическим занятиям	6
		Реферат	8

6 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Для освоения дисциплины обучающийся может использовать:

6.1 Основная литература

Основы бионанотехнологии : учебно-методическое пособие / составители М. А. Наквасина, В. Г. Артюхов. — Воронеж : ВГУ, 2016. — 73 с.
<https://e.lanbook.com/book/165352>

6.2 Дополнительная литература

Крыницкая, А. Ю. Использование электромагнитного поля крайне высокой частоты в бионанотехнологии : монография. — Казань : КНИТУ, 2019. — 92 с.
<https://e.lanbook.com/book/196123>

Галикеева, Г. Ф. Генетика с основами селекции: рабочая тетрадь : учебное пособие. — Уфа : БГПУ имени М. Акмуллы, 2021. — 88 с. .
<https://e.lanbook.com/book/219203>

Овчинников, Д. К. Биология с основами экологии : учебное пособие. — Омск : Омский ГАУ, 2021. — 188 с. <https://e.lanbook.com/book/176586>

6.3 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся

Егоров, В. В. Основы биомембранологии. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 128 с. <https://e.lanbook.com/book/201182>

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

Наименование ресурса сети «Интернет»	Электронный адрес ресурса
Научная электронная библиотека	http://www.elibrary.ru/defaulttx.asp?
Образовательная платформа «Юрайт»	https://urait.ru/
ЭБС «Лань»	https://e.lanbook.com/
АИБС «МегаПро»	https://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	http://minobrnauki.gov.ru
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	http://education.vsu.ru

6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем

При изучении дисциплины используется программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы: ЭИОС университета, в том числе на базе программной платформы «Среда электронного обучения ЗКЛ», автоматизированная информационная база «Интернет-тренажеры»,

«Интернет-экзамен» и пр. (указать средства, необходимы для реализации дисциплины).

При освоении дисциплины используется лицензионное и открытое программное обеспечение:

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Adobe Reader XI	(бесплатное ПО) https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html
Альт Образование	Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно»
Microsoft Windows 8	Microsoft Open License
Microsoft Windows 8.1	Microsoft Windows Professional 8 Russian Upgrade Academic OPEN 1 License No Level#61280574 от 06.12.2012 г. https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license
Microsoft Office Professional Plus 2010	Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #48516271 от 17.05.2011 г. https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #61181017 от 20.11.2012 г. https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license
Microsoft Office 2007 Standart	Microsoft Open License Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license
Libre Office 6.1	Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно» (Включен в установочный пакет операционной системы Альт Образование 8.2)

Справочно-правовые системы

Программы	Лицензии, реквизиты подтверждающего документа
Справочные правовая система «Консультант Плюс»	Договор о сотрудничестве с «Информсвязь-черноземье», Региональный информационный центр общероссийской сети распространения правовой информации Консультант Плюс № 8-99/RD от 12.02.1999 г.

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебная аудитория № 403 для проведения учебных занятий	Ноутбук, мультимедийный проектор ACER, экран. Комплекты мебели для учебного процесса. Альт Образование 8.2 [Лицензия № AAA.0217.00 г. по «Бессрочно»], Libre Office 6.1 [Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно» (Включен в установочный пакет операционной системы Альт Образование 8.2)]
Учебная аудитория № 418 для проведения учебных занятий	Ферментный анализатор ПЛАГ-И, баня водяная УТ 4329Е, насос вакуумный Комовского, поляриметр СМ-3, ноутбук, мультимедийный проектор ACER, экран. Комплекты мебели для учебного процесса. Альт Образование 8.2 [Лицензия № AAA.0217.00 г. по «Бессрочно»], Libre Office 6.1 [Лицензия № AAA.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно» (Включен в установочный пакет операционной системы Альт Образование 8.2)].
Учебная аудитория № 416 помещение для самостоятельной	Компьютеры - 2 шт., ноутбук, мультимедийный проектор ACER, экран. Комплекты мебели для учебного процесса. Альт Образование 8.2 [Лицензия № AAA.0217.00 г. по «Бессрочно»], Libre Office 6.1

работы обучающихся	[Лицензия № ААА.0217.00 с 21.12.2017 г. по «Бессрочно» (Включен в установочный пакет операционной системы Альт Образование 8.2)].
---------------------------	---

8 Оценочные материалы для промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Оценочные материалы (ОМ) для дисциплины (модуля) включают:

- перечень компетенций с указанием индикаторов достижения компетенций, этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы;
- описание шкал оценивания;
- типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков;
- методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности.

ОМ представляются отдельным комплектом и **входят в состав рабочей программы дисциплины (модуля)**.

Оценочные материалы формируются в соответствии с П ВГУИТ «Положение об оценочных материалах».

ПРИЛОЖЕНИЕ
к рабочей программе

1. Организационно-методические данные дисциплины для очно-заочной или заочной форм обучения

1.1 Объемы различных форм учебной работы и виды контроля в соответствии с учебным планом

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единиц

Виды учебной работы	Всего академических часов	Распределение трудоемкости по семестрам, ак. ч
		Семестр 9
Общая трудоемкость дисциплины (модуля)	180	180
Контактная работа в т. ч. аудиторные занятия:	18,4	18,4
Лекции	6	6
в том числе в форме практической подготовки	-	-
Практические занятия	12	12
в том числе в форме практической подготовки	12	12
Консультации текущие	0,3	0,3
Вид аттестации (экзамен)	0,1	0,1
Самостоятельная работа:	89,6	89,6
Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	63,6	63,6
Подготовка к лабораторным работам	6	6
Домашнее задание, реферат	20	20

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

по дисциплине

ОСНОВЫ БИОНАНОТЕХНОЛОГИИ

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования

№ п/п	Код компетенции	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
1	ПКв-1	Способен проводить сбор, анализ и обработку научно-технической (научной) информации, необходимой для решения профессиональных задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	ИД1 _{ПКв-1} - Обеспечивает сбор научно-технической (научной) информации, необходимой для решения задач исследования, поставленных специалистом более высокой квалификации
			ИД2 _{ПКв-1} - Проводит первичный анализ и обобщение отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований под руководством специалиста более высокой квалификации

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 _{ПКв-1} - Обеспечивает сбор научно-технической (научной) информации, необходимой для решения задач исследования, поставленных специалистом более высокой квалификации	Знает: современные перспективные направления бионанотехнологии и возможные области применения полученных результатов
	Умеет: ориентироваться в современных достижениях и открытиях в области бионанотехнологии
	Владеет: современными представлениями о методах бионанотехнологии
ИД2 _{ПКв-1} - Проводит первичный анализ и обобщение отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований под руководством специалиста более высокой квалификации	Знает: отечественный и международный опыт в области бионанотехнологии
	Умеет: проводить первичный анализ и обобщать отечественный и международный опыт в области бионанотехнологии
	Владеет: информацией о современных подходах в изучении геномов; представлениями о методах бионанотехнологии

2. Паспорт оценочных материалов по дисциплине

№ п/п	Контролируемые модули/разделы/темы дисциплины	Индекс контролируемой компетенции (или ее части)	Оценочные средства		
			Наименование	№№ вопросов	Технология оценки (способ контроля)
1 2	Нанотехнологии и бионанотехнологии. Специфика бионаномашин	ПКв-1 ИД1 _{ПКв-1} ИД2 _{ПКв-1}	Подготовка к дискуссии на практическом занятии	93	Проверка преподавателем Отметка в системе: «неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично»
			Тест	54-58 67-72	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо;

					85-100% - отлично.
			Собеседование (вопросы для зачета)	1-8 9-17	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
			Реферат	33-34; 35-36	Проверка преподавателем Отметка в системе «неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично»: - оценка «отлично» выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана, подготовлена презентация и доклад; - оценка «хорошо» выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана, допущены 1-2 ошибки в тексте, подготовлена презентация и доклад; - оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана; допущены 3-5 ошибки в тексте, не подготовлена презентация; - оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если содержание реферата не соответствует теме и требованиям к оформлению.
22	Методы в бионанотехнологии. Структурные принципы бионанотехнологии	ПКв-1 ИД1 _{ПКв-1} ИД2 _{ПКв-1}	Подготовка к дискуссии на практическом занятии	91-92	Проверка преподавателем Отметка в системе: «неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично»
			Тест	59-63 73-80	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Собеседование (вопросы для зачета)	18, 19	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»

			Реферат	23-32 37-38	Проверка преподавателем Отметка в системе «неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично»: - оценка «отлично» выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана, подготовлена презентация и доклад; - оценка «хорошо» выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана, допущены 1-2 ошибки в тексте, подготовлена презентация и доклад; - оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана; допущены 3-5 ошибки в тексте, не подготовлена презентация; - оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если содержание реферата не соответствует теме и требованиям к оформлению.
3 6	Функциональные принципы бионанотехнологии. Применение достижений нанотехнологии	ПКв-1 ИД1 _{ПКв-1} ИД2 _{ПКв-1}	Подготовка к дискуссии на практическом занятии	94	Проверка преподавателем Отметка в системе: «неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично»
			Собеседование (вопросы для зачета)	20, 21-22	Проверка преподавателем Отметка в системе «зачтено – не зачтено»
			Тест	64-66 81-87	Компьютерное тестирование Процентная шкала. 0-100 %; 0-59,99% - неудовлетворительно; 60-74,99% - удовлетворительно; 75- 84,99% -хорошо; 85-100% - отлично.
			Реферат	39-46; 47-53	Проверка преподавателем Отметка в системе «неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично»: - оценка «отлично»

					<p>выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана, подготовлена презентация и доклад;</p> <p>- оценка «хорошо»</p> <p>выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана, допущены 1-2 ошибки в тексте, подготовлена презентация и доклад;</p> <p>- оценка «удовлетворительно»</p> <p>выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана; допущены 3-5 ошибки в тексте, не подготовлена презентация;</p> <p>- оценка «неудовлетворительно»</p> <p>выставляется студенту, если содержание реферата не соответствует теме и требованиям к оформлению.</p>
--	--	--	--	--	---

3 Оценочные материалы для промежуточной аттестации.

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Для оценки знаний, умений, навыков студентов по дисциплине применяется бально-рейтинговая система оценки сформированности компетенций студента.

Бально-рейтинговая система оценки осуществляется в течение всего семестра при проведении аудиторных занятий и контроля самостоятельной работы. Показателями ОМ являются: текущий опрос в виде собеседования на лабораторных работах, практических занятиях, тестовые задания в виде решения контрольных работ на практических работах и самостоятельно (домашняя контрольная работа) и сдачи курсовой работы по предложенной преподавателем теме. Оценки выставляются в соответствии с графиком контроля текущей успеваемости студентов в автоматизированную систему баз данных (АСУБД) «Рейтинг студентов».

Обучающийся, набравший в семестре более 60 % от максимально возможной бально-рейтинговой оценки работы в семестре получает зачет автоматически.

Студент, набравший за текущую работу в семестре менее 60 %, т.к. не выполнил всю работу в семестре по объективным причинам (болезнь, официальное освобождение и т.п.) допускается до зачета, однако ему дополнительно задаются вопросы на собеседовании по разделам, выносимым на зачет.

Аттестация обучающегося по дисциплине проводится в форме тестирования и предусматривает возможность последующего собеседования (зачет). Зачет проводится в виде тестового задания.

Аттестация обучающегося по дисциплине проводится в форме тестирования и предусматривает возможность последующего собеседования (зачета).

Каждый вариант теста включает 15 контрольных заданий, из них:

- 5 контрольных заданий на проверку знаний;
- 5 контрольных заданий на проверку умений;
- 5 контрольных заданий на проверку навыков.

Если зачет проводится в виде устного ответа. Максимальное количество заданий в билете – 3.

В случае неудовлетворительной сдачи зачета студенту предоставляется право повторной сдачи в срок, установленный для ликвидации академической задолженности по итогам соответствующей сессии. При повторной сдаче зачета количество набранных студентом баллов на предыдущем зачете не учитываются.

3.1 Собеседование (вопросы к устному ответу на зачете)

ПКв-1 Способен проводить сбор, анализ и обработку научно-технической (научной) информации, необходимой для решения профессиональных задач, поставленных специалистом более высокой квалификации

№ задания	Формулировка задания
1.	<p>В чем состоит отличие классической биотехнологии от современной? Дайте определение нанотехнологии.</p> <p>Биотехнология - использование культур клеток микроорганизмов (бактерий, дрожжей, грибов), животных или растений, метаболизм и биосинтетические возможности которых обеспечивают выработку специфических веществ. Среди отраслей современной биотехнологии возникли биоинженерия, генная и клеточная инженерия, биомедицина (включающая наномедицину), биофармакология, биоинформатика, бионика, биоремедиация, искусственный отбор, клонирование, гибридизация. Клеточная и генная инженерия — сегодня основные биотехнологические методы.</p> <p>Нанотехнология — область фундаментальной и прикладной науки и техники, включающая теоретическое обоснование, практические методы исследования, анализа и синтеза, а также методы производства и применения продуктов с заданной атомной структурой путём контролируемого манипулирования отдельными атомами и молекулами.</p> <p>В общем смысле нанотехнологии включают создание и использование материалов, устройств и технических систем, функционирование которых определяется наноуровнем их структуры, т.е. упорядоченными фрагментами размером от 1 до 100 нм (<u>наномётр</u> (русское обозначение: <u>нм</u>; международное: nm) — дольная <u>единица измерения длины в Международной системе единиц (СИ)</u>, равная одной миллиардной части <u>метра</u> (то есть 10^{-9} метра)</p>
2.	<p>Что отличает нанобиотехнологию от бионанотехнологии? В чем состоит нанотехнологический подход?</p> <p>Термины "нанобиотехнология" и "бионанотехнология" появились</p>

совсем недавно – первый в 2000 году, а второй – в 2004 году. Первый термин встречается в четыре раза чаще второго, хотя, во многих случаях было бы правильнее использовать именно термин "бионанотехнология".

Эхуд Газит (Израиль, 2011) определяет нанобиотехнологию как совокупность передовых усовершенствованных биотехнологических методов и продуктов. Она включает разнообразные подходы и приемы для создания более чувствительных и точных наносистем, работающих в реальном времени (*лаборатории на чипе, наносенсоры*). Например, использование *нанопорядоченных матриц* для управляемого производства лекарств, инженерии, регенерации живых тканей.

Согласно А.Н. Огурцову нанобиотехнология, как и любая другая нанотехнология, оперирует теми биообъектами, которые относятся к наночастицам или наноструктурам, с целью такого видоизменения организма, которое приводит к созданию нового продукта или получения уже известного продукта в промышленных масштабах.

Бионанотехнология решает различные задачи, в том числе не связанные с биологией, с помощью сборок из биомолекул. В этом случае роль биологических компонентов заключается главным образом в их специфичности, разнообразии и способности к образованию сложнейших структур из относительно простых строительных блоков. Биология может предоставить уникальные инструменты, которые пока невозможно получить другим способом.

Например, метод молекулярной литографии, когда белки размером несколько нанометров служат защитным слоем при создании золотых проводников на молекулах ДНК.

Нанобиотехнология решает биологические задачи с помощью достижений нанотехнологии. Применяемые для этой цели наноструктуры могут быть построены вовсе без биомолекул, например, только из кремниевых ("lab-on-a-chip") или углеродных наноструктур (подложки из углеродных нанотрубок для тканевой инженерии).



3.

Что можно создать путем нанотехнологий?

Путем нанотехнологий можно создать:

- крошечные по размеру запоминающиеся устройства с мультитерабитовым объемом памяти;
- технологии обработки веществ и материалов на атомарном и молекулярном уровне;
- сверхпрочные материалы и новые транспортные средства на их

	<p>основе;</p> <ul style="list-style-type: none"> - сверхминиатюрные транзисторы для повышения быстродействия компьютеров в миллион раз; - генетические и медицинские препараты против заболеваний (раковых); - новые материалы и процессы для защиты окружающей среды, методы очистки воды и воздуха и т.д.
4.	<p>й Приведите классификацию биообъектов как наночастиц.</p> <p>Классификация биообъектов как наночастиц:</p> <ul style="list-style-type: none"> - бактерии, размер которых находится в интервале между 1 и 10 мкм, относятся к объектам мезоскопических масштабов. - вирусы с размерами от 10 до 200 нм находятся в верхней части диапазона наночастиц. - белки, характерные размеры которых лежат в диапазоне между 4 и 50 нм, находятся внизу нанометрового диапазона. Строительные блоки белков – 20 протеиногенных аминокислот, имеют размеры порядка 1 нм и также попадают в число бионанообъектов. - нуклеиновые кислоты, и, прежде всего, ДНК как носитель генетической информации, являются полимерами, состоящими из мономеров нуклеотидов. Молекула ДНК представляет собой двойную наноспираль диаметром 2 нм и шагом 3,4 нм, на который приходится 10 пар нуклеиновых оснований.
5.	<p>Основные направления развития бионанотехнологии.</p> <p>Основные направления:</p> <ul style="list-style-type: none"> - создание сложных молекул, которые ищут больные или раковые клетки; - разработка сенсоров для диагностирования заболеваний; - использование заместительной терапии искусственно синтезируемыми молекулами (для лечения сахарного диабета); - создание матриц из сотен или тысяч микрошприцов для безболезненного подкожного введения биомолекулярных лекарств; - разработка носителей-транспортёров лекарств (через начальные отделы ЖКТ); - обнаружение и количественное определение биологических материалов биохимическими методами, такими как иммунохимический анализ, ферментативные реакции, а также с помощью РНК- и ДНК-технологий; - создание инструментов из олигонуклеотидов ДНК, пептидных нанотрубок, белковых фибрилл.
6.	<p>Что является инструментами бионано- и нанобиотехнологии? В чем их отличия?</p> <p>Бионанотехнология, спецификой которой является применение биомолекул и достижений биологии в нанотехнологии, отличается тем, что обязательным элементом является <u>инженерное конструирование и сборка необходимых "конструкций"</u> на наноуровне. По сравнению с</p>

	<p>биотехнологией, где информация об устройстве и функционировании используемых наномашин не является необходимой, а также отсутствует этап конструкторского дизайна биотехнологических "наноинструментов"</p> <p>Бионанотехнология – современные нанотехнологии, основанные на использовании биологических строительных блоков, принципов биоспецифичности и биологической активности. Это включает и решение задач биологии, и создание инструментов из олигонуклеотидов ДНК, пептидных нанотрубок, белковых фибрилл для сборки в наноконструкции различных наноэлементов. Нанобиотехнология решает биологические задачи с помощью достижений нанотехнологии. Применяемые для этой цели наноструктуры могут быть построены вовсе без биомолекул, например, только из кремниевых ("lab-on-a-chip") или углеродных наноструктур (подложки из углеродных нанотрубок для тканевой инженерии).</p>
7.	<p>Основные концепции, направления развития бионанотехнологии.</p> <p>Как считает Дж.Райан: биосистемы – это самые совершенные системы на свете, а бионанотехнологии – это попытка воспроизвести их. По мнению А.Огурцова: XXI век станет веком нанотехнологий, биотехнологий и информационных технологий. И именно бионанотехнология является результатом синергетического соединения этих трёх технологических направлений XXI века. В настоящее время имеют место 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.</p>
8.	<p>Понятие бионаномашин. Примеры природных бионаномашин, отличие природных бионаномашин от машин макромира.</p> <p>Идеальная кооперация наномашин в теле человека обеспечивает все процессы жизнедеятельности – питание и дыхание, рост, восприятие внешних сигналов и реакцию на них, энергетическую самодостаточность и размножение. Каждая из наномашин является самодостаточным молекулярным механизмом. Эти наномашин активно используются человеком. К природным бионаномашинам относят:</p> <ul style="list-style-type: none"> - фермент тимидилатсинтаза осуществляет механосинтез углерод-углеродных связей. Присоединяет метильную группу к нуклеиновому основанию; - РНК-полимераза копирует информацию с ДНК в про-мРНК. - рибосома; - АТФ-синтаза является одновременно вращательным мотором и генератором; - актин и миозин производят мышечное сокращение; - белок опсин – светочувствительный белок; - антитела. <p>Что отличает природные бионаномашин от машин макромира?</p> <p>1. Бионаномашин были созданы в результате эволюции, а не в</p>

результате работы конструкторов, инженеров и дизайнеров.

2. Бионаномашины были созданы эволюцией для выполнения своих задач в чрезвычайно специфической окружающей среде, в условиях активного действия особых, необычных для нашего макромира сил со стороны этого окружения.

3. Невероятно сложная внешняя поверхность.

4. Работа в активном внешнем окружении (толкание частей бионаномашин, тяга, раскачивание).

5. Компоненты бионаномашин связаны между собой сложным набором взаимодействий (связывающих и антисвязывающих). В своем наномире бионаномашин практически не ощущают силы гравитации и инерции, хотя именно эти силы являются доминирующими в мире макромашин.

6. Взаимодействие бионаномашин в природе организовано иначе – сначала отдельные бионаномашинки синтезируются с высокой точностью, а затем они помещаются в нужное место клетки. Различные бионаномашинки находят друг друга в результате случайных блужданий и диффузии.

7. Бионаномашинки работают, образуя комплексы с другими бионаномашинками, объединяясь и разъединяясь в ходе работы

9.

Что такое наноматериалы? Приведите примеры наноматериалов, характерные черты наноматериалов.

Наноматериалы – продукт нанотехнологий. Это обширный класс множества различных материалов, объединяющий их различные семейства с практически интересными свойствами.

Примеры наноматериалов:

1. Нанопористые структуры
2. Наночастицы (диаметр от 5 до 100 нм, состоящие из 10^3 - 10^8 атомов)
3. Нанотрубки и нановолокна
4. Нанодисперсии (коллоиды)
5. Наноструктурирующие поверхности и пленки
6. Нанокристаллы и нанокластеры (частицы размером от 1 до 5 нм, содержащие до 1000 атомов)

Характерные черты наноматериалов:

- состоят из очень мелких составных частей (не увидеть невооруженным глазом) – суперминиатюризация, что позволяет разместить на единице площади больше функциональных устройств; пример, наноэлектроника – сверхплотная магнитная запись информации (10 терабайт на 1 см^2);

- обладают большой удельной площадью поверхности, ускоряющей взаимодействие между ними и средой, в которой они помещены; пример, наночастицы позволяют отсеять бактерии, поглотить примеси или токсины;

- вещество в наноматериалах находится в особом, «наноразмерном» состоянии. Имеет место проявление квантовомеханических эффектов при доминирующей роли поверхностей раздела. Эффект соизмерим с так называемым корреляционным радиусом того или иного физического явления;

	- отсутствие структурных дефектов.
10.	<p>Что такое биогенные макромолекулы?</p> <p>Четыре основных типа молекулярных структур были отобраны миллиардами лет эволюции для формирования всех биоструктур всех биообъектов, существующих сегодня.</p> <p>Клетки практически для всех задач используют</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) белки; 2) нуклеиновые кислоты; 3) полисахариды; 4) липиды. <p>Некоторые другие небольшие молекулы также специально синтезируются для определённых нужд, но постоянная, ежедневная жизнедеятельность клетки осуществляется именно этими четырьмя типами молекул.</p>
11.	<p>Чем определяются форма и функции биомолекул?</p> <p>Белки. Пептидная связь является жёсткой, причём четыре атома, её образующие (H-N-C=O), лежат в одной плоскости. В результате образования пептидной связи группа H-N становится потенциальным донором водородной связи, а группа O=C – её акцептором. Поэтому эти группы участвуют в образовании внутримолекулярных водородных связей, формирующих альфа- и бета-структуры и в процессах межмолекулярной агрегации белков. Периодичность чередования пептидных связей существенным образом определяет геометрию образуемых белковых структур. Стабильны 2 конформации: альфа- спираль и бета-структура белка. Комбинируя состав аминокислот в белках можно добиться как желаемой формы белковой глобулы, так и того, чтобы данная глобула была устойчивым образованием.</p> <p>Нуклеиновые кислоты. Структура нуклеиновой кислоты определяется взаимодействиями оснований каждого нуклеотида. Поскольку нуклеиновые основания имеют ароматическую структуру, то они располагаются стопкой одно над другим в водном растворе. Такой процесс формирования стопок из плоских циклических органических молекул называется стэкинг. Кроме того, нуклеиновые основания способны спариваться друг с другом, образуя водородные связи.</p> <p>Липиды. Липиды, которые используются клеткой, устроены так, чтобы осуществлялась самопроизвольная агрегация, в результате которой в клетке формируется клеточная инфраструктура. Липиды амфифильные молекулы (имеют полярную + неполярную части). Такая дуалистическая природа липидных молекул приводит к их самоорганизации в мембранные структуры, в которых заряженные (или полярные) головки обращены в сторону воды, а углеводородные хвосты упакованы внутри мембраны.</p> <p>Полисахариды. Большое количество гидроксильных групп в полисахаридах образуют водородные связи с другими донорами или акцепторами, обеспечивая существование двух важных типов структур в живых организмах.</p>

В одном случае отдельные полисахаридные цепи ассоциируются с большим количеством молекул воды, образуя клейкий гель. В таком виде углеводы покрывают большинство клеток, образуя их клейкую защитную оболочку. Гликопротеины слизи дают представление о внешнем виде и свойствах такого образования. В другом случае углеводные цепи прочно ассоциируются друг с другом посредством сети водородных связей, образуя прочные волокна и панцири внутри которых практически нет воды. В таком виде полисахариды используются для формирования макроскопической инфраструктуры клеток и межклеточных образований и для запасания энергии.

12.

Перечислите основные типы молекулярных структур клетки.

Молекулярная структура - взаимное расположение атомов в молекулах. Наследственность, воспроизведение себе подобного, биосинтез белков, возбудимость, рост и развитие, хранение и передача информации, превращения энергии, подвижность и т. д., обусловлены структурой, свойствами и взаимодействием молекул биологически важных веществ, в первую очередь двух главных классов высокомолекулярных биополимеров — белков и нуклеиновых кислот. Бионанотехнология изучает явления жизни на объектах, которым присущи самые примитивные проявления жизни. Таковыми являются биологические образования от клеточного уровня и ниже: субклеточные органеллы, такие, как изолированные клеточные ядра, митохондрии, рибосомы, хромосомы, клеточные мембраны; молекулы важнейших компонентов живой материи — нуклеиновые кислоты и белки. В середине 20 столетия были сформулированы представления о различных уровнях пространственной организации макромолекул. Первичная структура — это последовательность отдельных звеньев (мономеров) в цепи образующейся молекулы полимера. Для белков мономерами являются аминокислоты, для нуклеиновых кислот — нуклеотиды. Линейная, нитевидная молекула биополимера в результате возникновения водородных связей обладает способностью определённым образом укладываться в пространстве, например в случае белков, приобретать форму спирали. Это обозначается как вторичная структура. О третичной структуре говорят, когда молекула, обладающая вторичной структурой, складывается далее тем или иным образом, заполняя трёхмерное пространство. Молекулы, обладающие трёхмерной структурой, могут вступать во взаимодействие, закономерно располагаясь в пространстве относительно друг друга и образуя то, что обозначается как четвертичная структура; её отдельные компоненты обычно называемые субъединицами. Наиболее наглядным примером того, как молекулярная трёхмерная структура определяет биологические функции молекулы, служит ДНК. Она обладает строением двойной спирали: две нити, идущие во взаимно противоположном направлении (антипараллельно), закручены одна вокруг другой, образуя двойную спираль со взаимно комплементарным расположением оснований. Такая структура создаёт оптимальные условия для важнейших биологических функций ДНК: количественного умножения наследственной информации в процессе клеточного деления при сохранении качественной неизменности этого потока генетической информации. При делении клетки нити двойной

	<p>спирали ДНК, служащей в качестве матрицы, или шаблона, расплетаются и на каждой из них под действием ферментов синтезируется комплементарная новая нить. В результате этого из одной материнской молекулы ДНК получаются две совершенно тождественные ей дочерние молекулы</p>
13.	<p>Перечислите, какие структуры белков стабилизируются исключительно водородными связями?</p> <p>Основная связь в белках – пептидная. Эта связь является жёсткой, причём четыре атома, её образующие (H–N–C=O), лежат в одной плоскости. В результате образования пептидной связи группа H–N становится потенциальным донором водородной связи, а группа O=C – её акцептором. Поэтому эти группы участвуют в образовании внутримолекулярных водородных связей, формирующих альфа- и бетта-структуры и в процессах межмолекулярной агрегации белков. Периодичность чередования пептидных связей существенным образом определяет геометрию образуемых белковых структур. Стабилизируются исключительно водородными связями 2 конформации: альфа- спираль и бетта-структура белка.</p> <p>Комбинируя состав аминокислот в белках можно добиться как желаемой формы белковой глобулы, так и того, чтобы данная глобула была устойчивым образованием.</p>
14.	<p>Какие аминокислоты характерны для поверхности белков и часто используются в биохимическом катализе?</p> <p>Первичная структура — это последовательность отдельных звеньев (мономеров) в цепи образующейся молекулы полимера. Для белков мономерами являются <i>аминокислоты</i>. Линейная, нитевидная молекула биополимера в результате возникновения водородных связей обладает способностью определённым образом укладываться в пространстве, приобретать форму спирали. Это обозначается как вторичная структура. О третичной структуре говорят, когда молекула, обладающая вторичной структурой, складывается далее тем или иным образом, заполняя трёхмерное пространство. Функции аминокислот варьируются, например: глицин делает полипептидную цепь лабильной (обеспечивает максимальную изогнутость); пролин формирует жесткий изгиб (кинк) в цепи; аланин, лейцин, валин, изолейцин (неполярные) обеспечивают относительную жёсткость, негибкость полипептидной цепи и являются сильно гидрофобными, обеспечивают фолдинг белковой цепи; серин, треонин, гистидин, аспарагин, глутамин участвуют в образовании водородных связей. Располагаются на поверхности белковой молекулы, где взаимодействуют с окружающей средой. Эти АК (кроме гистидина) используются для соединения белковых структур между собой. Гистидин участвует в формировании специализированных каталитических активных центров ферментов; аспарагиновая и глутаминовая кислоты содержат карбоксильные кислотные группы. Характерны для поверхности белков и часто используются в биохимическом катализе и для прочного связывания металлических катионов</p>
15.	<p>Укажите тип связи, который стабилизирует вторичную структуру ДНК.</p>

В 1953 г. Дж. Уотсоном и Ф. Криком была предложена модель пространственной структуры ДНК. Согласно этой модели, молекула ДНК имеет форму спирали, образованную двумя полинуклеотидными цепями, закрученными относительно друг друга и вокруг общей оси. Двойная спираль правозакрученная, полинуклеотидные цепи в ней антипараллельны, т.е. если одна из них ориентирована в направлении $3' \rightarrow 5'$, то вторая - в направлении $5' \rightarrow 3'$. Все основания цепей ДНК расположены внутри двойной спирали, а пентозофосфатный остов - снаружи. Полинуклеотидные цепи удерживаются относительно друг друга за счёт водородных связей между комплементарными пуриновыми и пиримидиновыми азотистыми основаниями А и Т (две связи) и между G и C (три связи). При таком сочетании каждая пара содержит по три кольца, поэтому общий размер этих пар оснований одинаков по всей длине молекулы. Водородные связи при других сочетаниях оснований в паре возможны, но они значительно слабее. Последовательность нуклеотидов одной цепи полностью комплементарна последовательности нуклеотидов второй цепи. Поэтому, согласно правилу Чаргаффа число пуриновых оснований (A + G) равно числу пиримидиновых оснований (T + C). Комплементарные основания уложены в стопку в сердцевине спирали. Между основаниями двухцепочечной молекулы в стопке возникают гидрофобные взаимодействия, стабилизирующие двойную спираль. Такая структура исключает контакт азотистых остатков с водой, но стопка оснований не может быть абсолютно вертикальной. Пары оснований слегка смещены относительно друг друга. В образованной структуре различают две бороздки - большую, шириной 2,2 нм, и малую, шириной 1,2 нм. Азотистые основания в области большой и малой бороздок взаимодействуют со специфическими белками, участвующими в организации структуры хроматина. Таким образом, *вторичная структура* – двух цепочечная правозакрученная спираль из комплементарных друг другу антипараллельных полинуклеотидных цепей.

16.

Почему липиды называются амфифильными молекулами?

Липиды амфифильные молекулы (имеют полярную + неполярную части). Такая дуалистическая природа липидных молекул приводит к их самоорганизации в мембранные структуры, в которых заряженные (или полярные) головки обращены в сторону воды, а углеводородные хвосты упакованы внутри мембраны.

Наиболее распространенные липиды в природе это фосфолипиды и гликолипиды. В основе их конструкции лежит молекула глицерола, имеющая три гидроксильные группы, вместо которых могут быть присоединены три другие группы. Две из них, как правило, это жирные кислоты, присоединенные к глицеролу через карбоксильную группу. Углеводородные хвосты этих жирных кислот имеют 16–24 атома углерода. Если жирные кислоты имеют ненасыщенные углерод-углеродные связи, то в таких местах образуются жесткие кинки и это влияет на физические свойства агрегатов (биомембран). Вместо третьей

	<p>гидроксильной группы к глицеролу присоединяется фосфатная группа или другая полярная/заряженная группа.</p>
17.	<p>Особенности строения биогенных макромолекул</p> <p><u>Белки</u> наиболее многоцелевые объекты из четырёх основных типов биомолекул. Белки используются в создании наномашин, наноструктур и наносенсоров с различными функциями. Важное качество белков – их модульность. Они организованы как линейная цепь аминокислот, которая свернута в определённую структуру. Аминокислоты состоят из центрального атома - углерода с тремя боковыми группами: аминогруппа, карбоксильная кислотная группа, боковая группа (аминокислотный остаток).</p> <p>Существует двадцать разных боковых групп и, соответственно, двадцать стандартных аминокислот. Каждая аминокислота присоединяется пептидной связью между аминогруппой и карбоксилем последующей аминокислоты в цепи. Пептидная связь является жёсткой, причём четыре атома, её образующие (H-N-C=O), лежат в одной плоскости. В результате образования пептидной связи группа H-N становится потенциальным донором водородной связи, а группа O=C – её акцептором. Поэтому эти группы участвуют в образовании внутримолекулярных водородных связей, формирующих альфа- и бета-структуры и в процессах межмолекулярной агрегации белков. Периодичность чередования пептидных связей существенным образом определяет геометрию образуемых белковых структур. Именно свойства периодичности пептидных связей в аминокислотной цепи и то, каким образом располагаются наружу белковой цепочки атомы водорода и кислорода, определяют только ограниченное количество стабильных конформаций белковой цепи. Две конформации, альфа и бета, являются стабильными. В них сочетается минимальность длины цепи с максимальной числом водородных связей между атомами разных пептидных групп.</p> <p>Нуклеиновые кислоты являются модулярными линейными цепями длиной до сотен миллионов нуклеотидов. Наиболее широко используются две формы нуклеиновых кислот: рибонуклеиновые кислоты (РНК) и дезоксирибонуклеиновые кислоты (ДНК). ДНК отличается отсутствием одной гидроксильной группы в каждом нуклеотиде, что делает её немного более стабильной при физиологических условиях. Структура нуклеиновой кислоты определяется взаимодействиями оснований каждого нуклеотида. Поскольку нуклеиновые основания имеют ароматическую структуру, то они располагаются стопкой одно над другим в водном растворе. Такой процесс формирования стопок из плоских циклических органических молекул называется стэкинг. Кроме того, нуклеиновые основания способны спариваться друг с другом, образуя водородные связи. Такая комбинация двух типов взаимодействий, формирующих стопки оснований (стэкинг) и перпендикулярных им латеральных взаимодействий между нуклеиновыми основаниями посредством водородных связей формируют известную</p>

структуру двойных спиралей ДНК и определённых участков РНК. Каждая из нитей двойной спирали состоит из пентоз и фосфатных групп, нуклеиновые основания ориентированы внутрь двойной спирали. В ДНК обычно используются четыре нуклеиновых основания: аденин, гуанин, цитозин и тимин. В РНК тимин заменён урацилом. Нуклеиновые основания имеют подобные химические свойства и различаются главным образом в ориентации по периметру оснований акцепторов и доноров водородных связей. Кроме двух основных уотсон-криковских пар возможны и другие типы спаривания, кроме того, в специальных случаях для расширения диапазона возможных типов спаривания нуклеотидов используются также и модифицированные азотистые основания.

Липиды. Наиболее распространенные липиды в природе это фосфолипиды и гликолипиды. В основе их конструкции лежит молекула глицерола, имеющая три гидроксильные группы, вместо которых могут быть присоединены три другие группы. Две из них, как правило, это жирные кислоты, присоединенные к глицеролу через карбоксильную группу. Углеводородные хвосты этих жирных кислот имеют 16–24 атома углерода. Если жирные кислоты имеют ненасыщенные углерод-углеродные связи, то в таких местах образуются жесткие кинки и это влияет на физические свойства агрегатов (биомембран). Вместо третьей гидроксильной группы к глицеролу присоединяется фосфатная группа или другая полярная/заряженная группа.

Холестерол и другие стеролы устроены иначе. Они состоят из нескольких жёстко связанных гидрофобных углеводородных колец протяжённостью такой же, как и углеводородные хвосты фосфолипидов. Гидроксил на одном из концов обеспечивает гидрофильность, ориентируя холестерол в мембране. Холестерол добавляется к мембранам в разных пропорциях для того, чтобы модифицировать свойства биомембран. Поскольку молекула холестерола является жёсткой, то добавление холестерола ингибирует движение соседних липидов, увеличивая тем самым вязкость мембраны, и делая её менее проницаемой для малых молекул. Липиды используются клетками для формирования мембранных структур клетки. Мембраны непроницаемы для ионов и больших молекул, начиная с сахаров и полипептидов. В то же время молекулы, содержащие много атомов углерода, достаточно легко проникают через мембраны.

Особенности строения полисахаридов. Полисахариды являются наиболее гетерогенными структурами из четырёх типов молекулярных образований, которые используются в природе.

Моносахариды – мономеры полисахаридов – имеют множество гидроксильных групп, объединяя которые и происходит полимеризация моносахаридов в полисахарид. При этом возможно образование множества структур. В природе множество различных линейных и разветвленных структур полисахаридов синтезируется для различных нужд.

Большое количество гидроксильных групп в полисахаридах образуют водородные связи с другими донорами или акцепторами, обеспечивая существование двух важных типов структур в живых организмах. В одном случае отдельные полисахаридные цепи ассоциируются с большим количеством молекул воды, образуя клейкий гель. В таком виде углеводы покрывают большинство наших клеток, образуя их клейкую защитную оболочку. Гликопротеины слизи дают представление о внешнем виде и свойствах такого образования. В другом случае углеводные цепи прочно ассоциируются друг с другом посредством сети водородных связей, образуя прочные волокна и панцири внутри которых практически нет воды. В таком виде полисахариды используются для формирования макроскопической инфраструктуры клеток и межклеточных образований и для запасания энергии.

18.

Технология рекомбинантных ДНК.

Технология рекомбинантных ДНК является ключевым методом в бионанотехнологии. Она позволяет конструировать любой белок, просто изменяя структуру гена, кодирующего этот белок. Основные "инструменты" технологии – природные ферменты: *рестрикционные ферменты и ДНК-лигаза*. Они позволяют "редактировать" генетический "текст", записанный в ДНК. Рестрикционные ферменты разрезают ДНК на определённых участках. Фермент ДНК-лигаза соединяет разъединённую молекулу ДНК.

Рестрикционные ферменты, такие как фермент *EcoRI*, синтезируются бактериями для защиты от вирусных инфекций. Они разрезают чужую ДНК в специфической области рестрикции, имеющей определённую последовательность нуклеотидов. В то же время собственные ДНК, имеющие такие же последовательности, модифицируются таким образом (метилируются), что рестрикционные ферменты не разрезают собственные ДНК бактерии. Вирусные же ДНК постоянно разрезаются рестрикционными ферментами. Большинство рестрикционных ферментов разрезают ДНК так, что образуются комплементарные "липкие концы", которые затем могут самопроизвольно соединяться. Помещая затем фрагменты разных ДНК с одинаковыми "липкими концами" в общий раствор можно получить вполне определённый набор слившихся ДНК.

Таким образом, рестрикционные ферменты, которые были созданы природой для разрушения, оказались удобным инструментом для редактирования ДНК с атомной точностью.

В настоящее время технология рекомбинантных ДНК актуальна. Непрерывно изобретаются новые методы для использования клеточной механики биосинтеза белков. Данная технология позволяет:

- обнаружить и экстрагировать специфический ген из организма;
- дуплицировать и определить структуру большого количества интересующих генов;
- искусственно мутировать, реорганизовать и соединить гены или создать совершенно новый ген, наращивая его нуклеотид за нуклеотидом;

- заменить этими генами исходные гены клетки, изменив, тем самым, генотип клетки.

19.

Методы синтеза белков.

Синтез планируемого белка. Для синтеза белка необходима молекула ДНК. После процедуры конструирования нужной молекулы ДНК ее используют для синтеза планируемого белка. Для этого применяют экспрессионные векторы – плазмиды, которые содержат необходимый ген, и активный промотор трансляции. Промотор, который обычно получают из вирусов, стимулирует модифицированную клетку синтезировать большое количество мРНК по плазмидному ДНК-вектору. Наиболее широко используют для этой цели бактериальные клетки. Такие трансформированные клетки синтезируют большое количество нужного белка – порядка 1–10 % всего белкового содержимого клетки.

Преимущества использования бактерий – их простое культивирование, и достаточно дешёвые методы ферментации, что позволяет выращивать большое количество бактериальной культуры, имея скромные ресурсы.

Недостатки использования бактерий – 1) Клетки эукариот часто модифицируют синтезированные белки, а бактерии не способны осуществлять такие посттрансляционные химические модификации. Например, многие животные и растительные белки имеют углеводные группы на поверхности (гликопротеины), а бактерии не могут осуществить такое гликозилирование белков. Это может иметь фатальные последствия при синтезе белков для медицинских нужд. Многие из таких белков для того, чтобы быть активными должны иметь необходимые углеводные группы, и иммунная система будет бороться с такими немодифицированными белками.

2) При использовании бактерий белки начинают агрегироваться, когда их концентрация превышает некоторый уровень, образуя белковые включения в клетках. Такие включения представляют собой прочные белковые агрегаты, различимые в оптический микроскоп и распространяющиеся через всю бактериальную клетку. Они формируются, когда новые белки случайным образом ассоциируются ещё до того, как завершится их фолдинг. Для разъединения белковых нитей необходимо использовать достаточные жесткие внешние условия.

Бесклеточный синтез белка. Белки могут быть синтезированы также и без помощи живых клеток. Достаточно собрать вместе те компоненты клетки, которые осуществляют биосинтез белков.

Этапы процесса:

1) Транскрипция ДНК в мРНК с помощью РНК-полимераз.

2) Синтез белка на рибосоме при условии достаточного количества АТФ в клеточном экстракте и отсутствии в экстракте цитозоля протеазы и нуклеазы, которые могут разрушить синтезированные белки или мРНК. Для

	<p>этих целей созданы специализированные проточные бесклеточные (cell-free) реакторы</p>
20.	<p>Моноклональные антитела и их применение</p> <p>Это антитела, вырабатываемые <u>иммунными клетками</u>, принадлежащими к одному клеточному клону, то есть произошедшими из одной <u>плазматической клетки-предшественницы</u>. Моноклональные антитела могут быть выработаны против почти любого природного антигена (в основном <u>белки</u> и <u>полисахариды</u>), который антитело будет специфически связывать. Они могут быть далее использованы для детекции (обнаружения) этого вещества или его очистки. Для реализации данного метода используется принцип работы иммунной системы животного организма. Иммунная система человека способна синтезировать около 10^{15} различных видов антител, каждый с индивидуальной специфичностью. Комбинируя эту природную библиотеку молекул с современными методами синтеза антител, сегодня стало возможным получать антитела, обладающие высокой специфичностью к любой молекуле.</p> <p>Антитела синтезируются В-клетками (В-лимфоциты, вид белых кровяных телец) и составляют около 20% белка в плазме крови человека. Каждая В-клетка синтезирует только единственный тип антител. На своей поверхности В-клетка имеет прочно связанные с её мембраной "сигнальные" антитела того типа, который она способна синтезировать. Связывание этих присоединенных антител данной В-клетки с соответствующим антигеном стимулирует В-клетку к началу размножения и активного синтеза антител. Однако число актов деления В-клеток ограничено, поэтому не удастся синтезировать необходимое количество антител. В конце 70-х годов В-клетки были соединены с "бессмертными" раковыми клетками. Полученные комбинированные клетки можно культивировать, синтезируя нужное количество антител. Антитела называются <i>моноклональными антителами</i>, поскольку они произведены клонированием идентичных комбинированных клеток. Сегодня моноклональные антитела могут быть синтезированы для практически любого антигена.</p>
21.	<p>Что такое самоассемблирование?</p> <p>Самоассемблирование, <u>как логичное следствие стратегии "снизу-вверх"</u>, широко распространено в биологии.</p> <p><u>Все компоненты (детали) бионаномашин сначала "изготавливаются"</u> в виде достаточно легко деформируемых полимеров. Каждая из этих частей <u>предварительно спонтанно сворачивается в компактную структуру</u>, и только <u>затем все эти структуры ассемблируются</u>, опять-таки, <u>самопроизвольно</u>, в функциональные комплексы. Такой процесс называется – самоассемблирование (self-assembly).</p> <p>Самоассемблирование обеспечивает создание трёхмерных бионаномашин на основе только лишь одномерной информации, которая записана в ДНК.</p> <p>На основе генетической информации происходит синтез белковой</p>

цепи, а последующие процессы фолдинга и сборки происходят уже без дополнительного источника информации об этапах и технологии образования финальной структуры.

Для успешного завершения процесса самоасSEMBЛИРОВАНИЯ каждая часть будущей структуры должна:

1) быть изначально рассчитана и сконструирована так, чтобы в финале образовывался стабильный комплекс;

2) содержать в себе всю информацию, которая будет необходима в процессе самосборки, программируя весь механизм аSEMBЛИРОВАНИЯ, в том числе и защиту от образования неправильно собранных структур.

Общие принципы конструирования, которые используются в природных бионаномашинах, обеспечивая самоасSEMBЛИРОВАНИЕ следующие:

1) модульность - позволяет программировать образование больших структур небольшим количеством информации, облегчает контроль ошибок самоасSEMBЛИРОВАНИЯ (те модули, которые неверно встроились в создаваемую структуру могут быть удалены ещё в процессе самоасSEMBЛИРОВАНИЯ)

2) тщательная проработка межмодульных интерфейсов - модули аSEMBЛИРУЮТСЯ только во вполне определённых взаимных ориентациях, образуя структуру со вполне определённой геометрией, а не разупорядоченный агрегат. Это достигается детальной проработкой поверхностей модулей, которые комплементарны друг другу по форме и взаимодействуют друг с другом посредством множества слабых нековалентных взаимодействий, тех взаимодействий, которые обеспечивают молекулярное распознавание. Такое сочетание топологического и химического подобия поверхностей модулей называют *межмодульным интерфейсом*.

3) обеспечение уникальности взаимодействий между субъединицами - каждое из взаимодействий, которое используется для самоасSEMBЛИРОВАНИЯ, должно быть уникальным и отличаться от других взаимодействий настолько, чтобы исключить разночтение встроённых "инструкций", которое может привести к ошибочному соединению частей

4) обеспечение спонтанности самоасSEMBЛИРОВАНИЯ - должно быть самопроизвольным, не требующим дополнительной информации или энергии от внешнего источника. Финальная структура самоасSEMBЛИРУЮЩЕГОСЯ комплекса определяется термодинамикой. То есть на этапе конструирования необходимо тщательно учитывать баланс между энтальпийным и энтропийным вкладом. Энтальпия самоасSEMBЛИРОВАНИЯ, вследствие образования множества ван-дер-ваальсовых и водородных связей, как правило, стимулирует формирование комплекса, в то время как энтропия объединения множества изначально свободных субъединиц в единый комплекс препятствует самоасSEMBЛИРОВАНИЮ.

5) кооперативность - когда присоединение одного модуля облегчает

	<p>присоединение последующих модулей. Это часто приводит к реализации принципа "всё или ничего", при котором, если самоассемблирование начинается, то далее уже происходит быстрая сборка всего комплекса.</p> <p>б) Симметрия при самоассемблировании - обеспечивает множество возможностей для самоассемблирования больших комплексов из модульных субъединиц</p>
22.	<p>Принцип иерархичности в создании бионаномашин.</p> <p>Выделяют четыре иерархических метода (стратегии), которые позволяют ассемблировать сложные наноструктуры из элементарных компонентов:</p> <ul style="list-style-type: none"> а) Последовательный ковалентный синтез б) Ковалентная полимеризация в) Самосборка г) Самоассемблирование <p><i>Последовательный ковалентный синтез</i> используется для создания множества малых органических молекул, которые имитируют функции биологических аналогов. В этом случае функциональные группы или отдельные атомы непосредственно связываются друг с другом в ковалентные молекулы необходимой формы. Атомы могут быть скомбинированы практически в любых комбинациях, включая сильно деформированные и напряженные конструкции.</p> <p><i>Ковалентная полимеризация</i> - структуры строятся из модульных блоков, которые соединяются в линейные или разветвлённые цепи. Например, химический синтез ДНК твердотельными методиками и синтез ДНК в клетках.</p> <p><i>Самосборка или самоорганизующийся синтез.</i> В этом случае также используется принцип модульной сборки, но модули соединяются в структуру нековалентно. Типичными примерами являются молекулярные кристаллы (например, твердый кислород или метан, кристаллы сахара или белка) и жидкие кристаллы (в дисплеях мобильных телефонов и мониторов). В клетках примерами самособранных структур являются мицеллы и биомембраны собранные из липидов (липосомы для доставки лекарств). При самосборке молекулы формируют структуру, достигая термодинамического энергетического минимума, спонтанно находя при этом самую энергетически выгодную комбинацию взаимодействий между модулями, но, не формируя ковалентных связей между ними.</p> <p><i>Самоассемблирование</i> определяется как спонтанное ассемблирование молекул в структурированные, стабильные, нековалентно-связанные агрегаты. Два наиболее распространённых процесса самоассемблирования это белковый фолдинг и самоассемблирование мультиглобулярных структур.</p> <p>Оба процесса включают быстрый перебор (вследствие случайных термических флуктуаций) различных возможных конформаций до тех пор, пока не будет достигнут термодинамический минимум. Высокоспецифичные взаимодействия определяют геометрию финальной</p>

структуры.

Критерии и шкалы оценки:

- **оценка «зачтено»** выставляется студенту, если он активно участвует в собеседовании и обсуждении, подготовил аргументы в пользу решения, предложил альтернативы, выслушивал мнения других;

- **оценка «не зачтено»**, если студент выполнял роль наблюдателя, не внес вклада в собеседование и обсуждение.

Зачет проводится в виде устного ответа преподавателю. Максимальное количество заданий – 3.

3.2 Реферат

ПКв-1 Способен проводить сбор, анализ и обработку научно-технической (научной) информации, необходимой для решения профессиональных задач, поставленных специалистом более высокой квалификации

№ задания	Темы реферата
23.	Метод ЯМР, цель его применения
24.	Виды микроскопии, применяемые в бионанотехнологиях
25.	Понятие рестрикционные ферменты, их применение. Роль ДНК-лигазы
26.	В чем состоят недостатки использования бактерий в технологиях синтеза белков?
27.	Бесклеточный синтез белка, его особенность
28.	Точечный мутагенез. Какие изменения в молекулах позволяет внести точечный мутагенез?
29.	Силы, обеспечивающие стабильность биомолекул, а также взаимодействие биомолекул между собой.
30.	Роль гидрофобного эффекта в формировании структуры биомолекул.
31.	Клатратная конструкция, что ее формирует.
32.	Роль энтальпических водородных связей между молекулами воды.
33.	Основная движущая сила большинства процессов самосборки в биомолекулярной механике на молекулярном уровне.
34.	Принципиальные отличия и общие принципы направленного конструирования макромошин от ассемблирования бионаномошин.
35.	Виды симметрии, характерные для бионаномолекул и приведите примеры. В чем состоят преимущества симметричности биологических структур.
36.	Роль среды в формировании биомолекул.
37.	Структурные особенности ковалентных связей в биомолекулах.
38.	Структурные особенности нековалентных взаимодействий.
39.	Роль гидрофобного эффекта в формировании структуры биомолекул.
40.	Самоассемблирование и самоорганизация биообъектов.
41.	Информационно-управляемое наноассемблирование наномошин (ДНК, рибосомы)
42.	Бионанозергетика. Энергопитание бионаномошин.
43.	Функциональная роль топливных молекул в биосистемах.
44.	Поглощение света молекулами в биосистемах.
45.	Бионанозлектрические цепи переноса электронов
46.	Биотранспорт. Функциональные особенности строения линейных АТФ-моторов
47.	Биоматериалы. Формирование фибриллярных микроструктур.
48.	Биоминерализация тканей.
49.	Формирование эластичных биоматериалов, адгезивных биоматериалов.
50.	Белковая инженерия. Нестандартные аминокислоты и ДНК.
51.	Нанотехнологии для электроники.
52.	Молекулярные наноконтейнеры и их применение.
53.	Наномедицина: иммунотоксины, липосомы, нанонити.

Студент может выбрать тему из перечня примерных тем реферата или предложить свою тему реферата, связанную с направлением его научно-исследовательской деятельности или с темой его выпускной квалификационной работы.

Критерии и шкалы оценки:

Отметка в системе

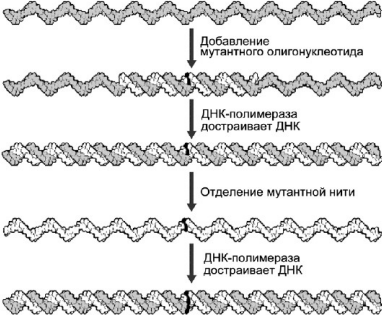
«неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично»:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана, подготовлена презентация и доклад;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана, допущены 1-2 ошибки в тексте, подготовлена презентация и доклад;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана; допущены 3-5 ошибки в тексте, не подготовлена презентация;
- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если содержание реферата не соответствует теме и требованиям к оформлению.

3.3 Тесты (тестовые задания)

ПКв-1 Способен проводить сбор, анализ и обработку научно-технической (научной) информации, необходимой для решения профессиональных задач, поставленных специалистом более высокой квалификации

№ задания	Формулировка вопроса теста (выбрать один или несколько правильных ответов)
54.	Искусственные машины небольшого размера называются: 1) Наномашины 2) Нанороботы + 3) Наноматериалы 4) наночастицы
55.	Обязательным элементом бионанотехнологии является: 1) инженерное проектирование на наноуровне 2) сборка "конструкций" 3) инженерное проектирование и сборка "конструкций" 4) инженерное проектирование, сборка "конструкций" на наноуровне +
56.	Если биомолекула "спроектирована" правильно, то в результате фолдинга формируется _____ структура, образуя машину, конформация которой идеально приспособлена к выполнению функции этой наномашинки. 1) Единственная+ 2) Универсальная 3) Полифункциональная 4) Нефункциональная
57.	Чем определяется форма и функции биомолекул? 1) химическими особенностями атомов + 2) свойствами водной среды + 3) свойствами внешнего окружения 4) эволюционными аспектами
58.	Пептидная связь образуется между атомами: 1) углерода и кислорода 2) углерода и азота + 3) углерода и углерода 4) кислорода и водорода
59.	Укажите биологические полимеры 1) жирные кислоты 2) полипептиды + 3) полисахариды + 4) аминокислоты
60.	Какая химическая связь подвергается гидролизу при распаде белков до аминокислот?

	<ol style="list-style-type: none"> 1) водородная 2) пептидная + 3) сложноэфирная 4) электростатическая
61.	<p>Первичная структура белка – это:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) конфигурация полипептидной цепи 2) способ укладки полипептидной цепи в определенном объеме 3) порядок чередования аминокислот в полипептидной цепи + 4) количественный состав аминокислот в полипептидной цепи
62.	<p>Что не относится ко вторичной структуре белка?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) альфа-спираль 2) бета-складчатость 3) бета-изгиб + 4) альфа-альфа структура +
63.	<p>Связи, стабилизирующие α-спираль в молекуле белка:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) водородные + 2) гидрофобные 3) сложноэфирные 4) электростатические
64.	<p>Мономерными звеньями ДНК являются</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) азотистые основания 2) остатки пентозы 3) остатки фосфорной кислоты 4) нуклеотиды +
65.	<p>Что не относят к природным бионаномашинам?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) рибосома 2) актин-миозиновый комплекс 3) антитела + 4) коллагеновые волокна +
66.	<p>Отличительные черты природных бионаномашин:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) слабая гравитация 2) инерция 3) отсутствие инерции + 4) сильная гравитация
67.	<p>Фермент, который соединяет разрезанные ДНК-фрагменты:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ДНК-полимераза 2) ДНК-лигаза+ 3) ДНК-синтаза 4) ДНК-гидролаза
68.	<p>Экспрессионные векторы – это</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) рРНК 2) Плазмиды+ 3) мРНК 4) иРНК
69.	<p>Каким методом бионанотехнологии можно реализовать данный процесс?</p>  <ol style="list-style-type: none"> 1) Бесклеточный синтез белка 2) Конструирование ДНК 3) Точечный мутагенез+ 4) Технология слияния белков
70.	<p>Антитела называются моноклональными, поскольку они произведены _____ идентичных комбинированных клеток.</p>

	<ol style="list-style-type: none"> 1) Сиквенированием 2) Клонированием+ 3) Размножением 4) Слиянием
71.	<p>Для какого метода применяют специализированные проточные бесклеточные (cell-free) реакторы?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Бесклеточный синтез белка+ 2) Конструирование ДНК 3) Направленный точечный мутагенез 4) Технология слияния белков
72.	<p>Природные бионаномашин сконструированы так, чтобы быть стабильными:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) в окружении липидов 2) в водном окружении+ 3) в окружении нуклеиновых кислот
73.	<p>Типичные бионаномашин оптимально функционируют при температуре, °C :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 12 2) 25 3) 37+ 4) 42
74.	<p>В большинстве случаев природные бионаномашин стабильны:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) на протяжении длительного времени 2) короткого периода времени 3) необходимого промежутка времени+ 4) бионаномашин нестабильны
75.	<p>Верно ли, что бионаномашин быстро разбираются после выполнения специальных задач?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) да 2) нет
76.	<p>Для строительства бионаномашин идеальными являются:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) соединения на основе азота 2) на основе углерода+ 3) на основе железа 4) на основе кислорода
77.	<p>К какому методу ассемблирования сложных наноструктур относится данное описание: «Структуры строятся из модульных блоков, которые соединяются в линейные или разветвлённые цепи»?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Последовательный ковалентный синтез 2) Самосборка 3) Самоассемблирование 4) Ковалентная полимеризация+
78.	<p>К какому методу ассемблирования сложных наноструктур относится данное описание: «Функциональные группы или отдельные атомы непосредственно связываются друг с другом в ковалентные молекулы необходимой формы»?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Последовательный ковалентный синтез+ 2) Самосборка 3) Самоассемблирование 4) Ковалентная полимеризация
79.	<p>Когда углеводородные молекулы помещаются в воду, молекулы воды, окружающие углеводороды:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) теряют свою способность формировать водородные связи+ 2) перестраивают водородные связи с соседними молекулами воды 3) теряют свою способность перестраивать водородные связи с соседними молекулами воды+ 4) формируют водородные связи с соседними молекулами воды
80.	<p>Какой вид симметрии имеют белки: пепсин, порин, калиевый канал?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) циклическая + 2) плоская 3) кубическая
81.	<p>Симметрия относительно плоскости, объединяя 4, 6, 8 и 12 субъединиц соответственно, относится к белку:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) ферритин 2) фосфофруктокиназа+ 3) белок С1 комплемента

	4) диоксигеназа
82.	Вирусный капсид, который часто используются для создания полых белковых оболочек, обладает симметрией: 1) октаэдрической 2) тетраэдрической 3) икосаэдрической +
83.	В биомолекулах чаще всего трансляционная симметрия комбинируется с _____ симметрией. 1) планарной 2) вращательной+ 3) трехмерной
84.	Может ли симметрия бионаномолекул усиливать связывание с необходимым объектом? 1) да+ 2) нет 3) незначительно 4) в зависимости от объекта
85.	Образование плоских решеток S-покровных белков, обнаруженных у сотен видов бактерий, имеют тип симметрии: 1) планарная+ 2) линейная 3) кубическая
86.	Квантовомеханическое туннелирование является эффективным на расстоянии 1) до 1,4 нм+ 2) более 1,4 нм 3) независимо от расстояния

Критерии и шкалы оценки:

Процентная шкала **0-100 %**; **отметка в системе**

«неудовлетворительно, удовлетворительно, хорошо, отлично»

0-59,99% - неудовлетворительно;

60-74,99% - удовлетворительно;

75- 84,99% -хорошо;

85-100% - отлично.

3.3 Темы практических занятий

ПКв-1 Способен проводить сбор, анализ и обработку научно-технической (научной) информации, необходимой для решения профессиональных задач, поставленных специалистом более высокой квалификации

№ задания	Формулировка темы семинара
87.	Бионанотехнология на стыке нанотехнологии и биотехнологии. Отечественные и зарубежные ученые в нанонауке (Р.Зигмонди, Т. Сведберг, И.Лэнгмюр, Д. Бардин, У. Шокли, У. Браттейн, Г. Биннинг, Г. Рорер, Э. Руска, Ж.И. Алферов). Программа развития nanoиндустрии в РФ
88.	Наноструктуры (углеродные нанотрубки, фуллерены, нанопроводники, наностержни, магнитные наночастицы) Биоматериалы (трансплантаты, имплантаты) и гибридные наноматериалы
89.	Бионаномашин (особенности строения и функции)
90.	Аналитические методы бионанотехнологии
91.	Методы манипулирования молекулами
92.	Антитела как молекулярные сенсоры узнавания. Узнавание нуклеиновых кислот белками. Взаимодействие рецепторов с лигандами.
93.	Антитела как молекулярные сенсоры узнавания Совершенствование лекарств за счет нанокристаллов. Контрастирующие магнитные наноматериалы. Нанотехнологии в сельском хозяйстве.

Нанотехнологии и водные ресурсы.

Контроль преподавателем

Процентная шкала 0-100 %;

85-100% - отлично (практическая работа выполнена в установленный срок с использованием рекомендаций преподавателя; показан высокий уровень знания изученного материала по заданной теме, проявлен творческий подход, умение глубоко анализировать проблему и делать обобщающие практико-ориентированные выводы; работа выполнена без ошибок и недочетов или допущено не более одного недочета);

75- 84,99% - хорошо (практическая работа выполнена в установленный срок с использованием рекомендаций преподавателя; показан хороший уровень владения изученным материалом по заданной теме, работа выполнена полностью, но допущено в ней: а) не более одной негрубой ошибки и одного недочета; б) или не более двух недочетов);

60-74,99% - удовлетворительно (практическая работа выполнена в установленный срок с частичным использованием рекомендаций преподавателя; продемонстрированы минимальные знания по основным темам изученного материала; выполнено не менее половины работы или допущены в ней а) не более двух грубых ошибок, б) не более одной грубой ошибки и одного недочета, в) не более двух-трех негрубых ошибок, г) одна негрубая ошибка и три недочета, д) при отсутствии ошибок, 4-5 недочетов);

0-59,99% - неудовлетворительно (число ошибок и недочетов превосходит норму, при которой может быть выставлена оценка «удовлетворительно» или если правильно выполнено менее половины задания; если обучающийся не приступал к выполнению задания или правильно выполнил не более 10 процентов всех заданий).

3.4 Кейс-задания

3.4.1 ПКв-1 Способен проводить сбор, анализ и обработку научно-технической (научной) информации, необходимой для решения профессиональных задач, поставленных специалистом более высокой квалификации

№ задания	Формулировка задания
94.	Как известно, многие животные и растительные белки имеют углеводные группы на поверхности (гликопротеины), а бактерии, применяемые в технологии синтеза белков не, могут осуществить такое гликозилирование. Предложите решение данной проблемы. (В случаях, когда необходима соответствующая модификация белков, используют клетки дрожжей, насекомых или млекопитающих).
95.	При использовании бактерий в технологии синтеза белка, последние начинают агрегироваться, когда их концентрация превышает некоторый уровень, образуя белковые включения в клетках. Предложите решение данной проблемы. (Для разъединения белковых нитей необходимо использовать достаточные жесткие внешние условия).
96.	Как известно, применяя технологию слияния белков, можно использовать для своих нужд клеточные механизмы транспорта белков. Объясните, как можно обеспечить перенос нужного белка в клетке к разным клеточным компартментам? (Эти белки отмечаются специальными сигнальными пептидами на концах белковых цепей. Пептиды распознаются транспортными системами клетки и, после доставки в нужный компартмент, удаляются).
97.	Объясните, какой иерархический принцип Вы будете применять при сборке бионаномашин, если необходимо выстроить структуры из модульных блоков, которые соединяются в линейные цепи? (Если необходимо выстроить структуры из модульных блоков, которые соединяются в линейные цепи, используют второй принцип – ковалентная полимеризация)
98.	Объясните, чем будет вызвано перемещение гидрофобных аминокислот внутрь белковой глобулы при возникновении ее стабильной структуры вследствие фолдинга? (Это проявление гидрофобного эффекта при формировании бионаномолекул)
99.	Как известно, симметричные комплексы бионаномолекул образуются, если создать молекулу

	с двумя и более участками межмолекулярного связывания на поверхности, которые комплементарны друг другу. Что следует продумать бионанотехнологу, чтобы не вызвать образование замкнутой структуры, например, из 2-х или 4-х субъединиц? (При этом следует продумать необходимую взаимную пространственную ориентацию этих интерфейсных поверхностей).
100.	Как Вы можете объяснить такое преимущество симметричности бионаноструктур как «экономия места в геноме»? (Это связано с тем, что в геноме хранится информация для синтеза только одной субъединицы).
101.	Как известно, множество нанопроцессов не происходят спонтанно. Какой основной подход Вы будете использовать при активации химической реакции с участием бионаносистемы? (Это подход состоит в сопряжении эндергонической реакции с другой экзергонической реакцией)

Проверка преподавателем

Уровни обученности:

- «первый уровень обученности», компетенция не освоена, недостаточный уровень освоения компетенции;
- «второй уровень обученности», компетенция освоена, базовый уровень освоения компетенции;
- «третий уровень обученности», компетенция освоена, повышенный уровень освоения компетенции;
- «четвертый уровень обученности», компетенция освоена, повышенный уровень освоения компетенции;
- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он продемонстрировал второй уровень обученности;
- оценка «хорошо» выставляется студенту, если он продемонстрировал третий уровень обученности;
- оценка «отлично» выставляется студенту, если он продемонстрировал четвёртый уровень обученности;
- оценка «неудовлетворительно», выставляется студенту, если он продемонстрировал первый уровень обученности.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания в ходе изучения дисциплины знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, регламентируются положениями:

- П ВГУИТ 2.4.03 Положение о курсовых экзаменах и зачетах;
- П ВГУИТ 4.01.02 Положение о рейтинговой оценке текущей успеваемости

Для оценки знаний, умений, навыков обучающихся по дисциплине применяется рейтинговая система. Итоговая оценка по дисциплине определяется на основании определения среднеарифметического значения баллов по каждому заданию.

Зачет по дисциплине выставляется в зачетную ведомость по результатам работы в семестре после выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных рабочей программой дисциплины (с отметкой «зачтено») и получении по результатам тестирования по всем разделам дисциплины не менее 60 %

5. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания для каждого результата обучения по дисциплине

Результаты обучения по этапам формирования компетенций	Предмет оценки (продукт или процесс)	Показатель оценивания	Критерии оценивания сформированности компетенций	Шкала оценки	
				Академическая оценка или баллы	Уровень освоения компетенции
ПКв-1 Способен проводить сбор, анализ и обработку научно-технической (научной) информации, необходимой для решения профессиональных задач, поставленных специалистом более высокой квалификации					
Знает	Знание отечественного и международного опыта в области бионанотехнологии; современных перспективных направлений бионанотехнологии и возможных областей применения полученных результатов	Изложение современных перспективных направлений бионанотехнологии и возможных областей применения полученных результатов	Обучающийся не изложил современные перспективные направления бионанотехнологии и возможные области применения полученных результатов	Не зачтено/ 0-59.99	Не освоена (недостаточный)
			Обучающийся изложил современные перспективные направления бионанотехнологии и возможные области применения полученных результатов	Зачтено/ 60-100	Освоена (базовый, повышенный)
Умеет:	Практическое занятие (семинар), тестирование	Умение проводить первичный анализ и обобщать отечественный и международный опыт, ориентироваться в современных достижениях и открытиях в области бионанотехнологии	Обучающийся не ориентируется в современных достижениях и открытиях в области бионанотехнологии	Не зачтено/ 0-59.99	Не освоена (недостаточный)
			Обучающийся ориентируется в современных достижениях и открытиях в области бионанотехнологии	Зачтено/ 60-100	Освоена (базовый, повышенный)

Владеет:	Реферат	Владение современными представлениями о методах бионанотехнологии и информацией о современных подходах в изучении геномов;	Обучающийся не владеет современными представлениями о методах бионанотехнологии, не провёл сбор, анализ и обработку научно-технической (научной) информации, необходимой для раскрытия темы реферата	Не зачтено/ 0-59.99	Не освоена (недостаточный)
			Обучающийся владеет современными представлениями о методах бионанотехнологии, провёл сбор, анализ и обработку научно-технической (научной) информации, необходимой для раскрытия темы реферата	Зачтено/ 60-100	Освоена (базовый, повышенный)