

**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 <sub>ПКв-1</sub> - Обеспечивает сбор научно-технической (научной) информации, необходимой для решения задач исследования, поставленных специалистом более высокой квалификации
			ИД2 <sub>ПКв-1</sub> - Проводит первичный анализ и обобщение отечественного и международного опыта в соответствующей области исследований под руководством специалиста более высокой квалификации
			ИД3 <sub>ПКв-1</sub> - Представляет, публикует, защищает и распространяет результаты своей профессиональной и научно-исследовательской деятельности

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения (показатели оценивания)
ИД1 <sub>ПКв-1</sub> - 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 <sub>ПКв-1</sub> - 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 рецилинг 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
<b>Контактная работа</b> 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
<b>Вид аттестации (зачет)</b>	0,1	0,1
<b>Самостоятельная работа:</b>	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 самоассемблирование 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	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	
--	---------------------------	--	--

### 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	<a href="http://www.elibrary.ru/defaulttx.asp?">http://www.elibrary.ru/defaulttx.asp?</a>
Образовательная платформа «Юрайт»	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
ЭБС «Лань»	<a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
АИБС «МегаПро»	<a href="https://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web">https://biblos.vsu.ru/MegaPro/Web</a>
Сайт Министерства науки и высшего образования РФ	<a href="http://minobrnauki.gov.ru">http://minobrnauki.gov.ru</a>
Электронная информационно-образовательная среда ФГБОУ ВО «ВГУИТ»	<a href="http://education.vsu.ru">http://education.vsu.ru</a>

### 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) <a href="https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html">https://acrobat.adobe.com/ru/ru/acrobat/pdf-reader/volume-distribution.html</a>
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. <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>
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. <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>  Microsoft Open License Microsoft Office Professional Plus 2010 Russian Academic OPEN 1 License No Level #61181017 от 20.11.2012 г. <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>
Microsoft Office 2007 Standart	Microsoft Open License Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN No Level #44822753 от 17.11.2008 <a href="https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license">https://www.microsoft.com/ru-ru/licensing/licensing-programs/open-license</a>
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**

<b>Учебная аудитория № 403 для проведения учебных занятий</b>	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)]
<b>Учебная аудитория № 418 для проведения учебных занятий</b>	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)].
<b>Учебная аудитория № 416 помещение для самостоятельной работы обучающихся</b>	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 [Лицензия № AAA.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)	<b>180</b>	<b>180</b>
<b>Контактная работа в т. ч. аудиторные занятия:</b>	<b>18,4</b>	<b>18,4</b>
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
<b>Самостоятельная работа:</b>	<b>89,6</b>	<b>89,6</b>
Проработка материалов по лекциям, учебникам, учебным пособиям	63,6	63,6
Подготовка к лабораторным работам	6	6
Домашнее задание, реферат	<b>20</b>	<b>20</b>

**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 <sub>ПКв-1</sub> - Обеспечивает сбор научно-технической (научной) информации, необходимой для решения задач исследования, поставленных специалистом более высокой квалификации
			ИД2 <sub>ПКв-1</sub> - 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 <sub>ПКв-1</sub> - 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 <sub>ПКв-1</sub> - 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 <sub>ПКв-1</sub> ИД2 <sub>ПКв-1</sub>	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 <sub>ПКв-1</sub> ИД2 <sub>ПКв-1</sub>	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 <sub>ПКв-1</sub> ИД2 <sub>ПКв-1</sub>	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»:

					<ul style="list-style-type: none"> <li>- оценка «отлично» выставляется студенту, если содержание реферата соответствует теме и требованиям к оформлению, подробно изучена проблема, литература тематически подобрана, подготовлена презентация и доклад;</li> <li>- 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;</li> <li>- 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;</li> <li>- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если содержание реферата не соответствует теме и требованиям к оформлению.</li> </ul>
--	--	--	--	--	--

### **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 для зачету)

**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.	В чем состоит отличие классической биотехнологии от современной? Дайте определение нанотехнологии.
2.	Что отличает нанобиотехнологию от бионанотехнологии? В чем состоит нанотехнологический подход?
3.	Что можно создать путем нанотехнологий?
4.	й Приведите классификацию биообъектов как наночастиц.
5.	Основные направления развития бионанотехнологии.
6.	Что является инструментами бионано- и нанобиотехнологии? В чем их отличия?
7.	Основные концепции, направления развития бионанотехнологии.
8.	Понятие бионаномашин. Примеры природных бионаномашин, отличие природных бионаномашин от машин макромира.
9.	Что такое наноматериалы? Приведите примеры наноматериалов, характерные черты наноматериалов.
10.	Что такое биогенные макромолекулы?
11.	Чем определяются форма и функции биомолекул?
12.	Перечислите основные типы молекулярных структур клетки.
13.	Перечислите, какие структуры белков стабилизируются исключительно водородными связями?
14.	Какие аминокислоты характерны для поверхности белков и часто используются в биохимическом катализе?
15.	Укажите тип связи, который стабилизирует вторичную структуру ДНК.
16.	Почему липиды называются амфифильными молекулами?
17.	Особенности строения биогенных макромолекул
18.	Технология рекомбинантных ДНК.
19.	Методы синтеза белков.
20.	Моноклональные антитела и их применение
21.	Что такое самоассемблирование?
22.	Принцип иерархичности в создании бионаномашин.

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 бионаномашин.
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 наномашин (ДНК, рибосомы)
42.	Бионанозенергетика. Энергопитание бионаномашин.
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? 1) водородная 2) пептидная +

	3) сложноэфирная 4) электростатическая
61.	Первичная структура белка – это: 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.	Что не относится ко вторичной структуре белка? 1) альфа-спираль 2) бета-складчатость 3) бета-изгиб + 4) альфа-альфа структура +
63.	Связи, стабилизирующие α-спираль в молекуле белка: 1) водородные + 2) гидрофобные 3) сложноэфирные 4) электростатические
64.	Мономерными звеньями ДНК являются 1) азотистые основания 2) остатки пентозы 3) остатки фосфорной кислоты 4) нуклеотиды +
65.	Что не относят к природным бионаномашинам? 1) рибосома 2) актин-миозиновый комплекс 3) антитела + 4) коллагеновые волокна +
66.	Отличительные черты природных бионаномашин: 1) слабая гравитация 2) инерция 3) отсутствие инерции + 4) сильная гравитация
67.	Фермент, который соединяет разрезанные ДНК-фрагменты: 1) ДНК-полимераза 2) ДНК-лигаза+ 3) ДНК-синтаза 4) ДНК-гидролаза
68.	Экспрессионные векторы – это 1) рРНК 2) Плазмиды+ 3) мРНК 4) иРНК
69.	Каким методом бионанотехнологии можно реализовать данный процесс?  1) Бесклеточный синтез белка 2) Конструирование ДНК 3) Точечный мутагенез+ 4) Технология слияния белков
70.	Антитела называются моноклональными, поскольку они произведены _____ идентичных комбинированных клеток. 1) Сиквенированием

	2) Клонированием+ 3) Размножением 4) Слиянием
71.	Для какого метода применяют специализированные проточные бесклеточные (cell-free) реакторы? 1) Бесклеточный синтез белка+ 2) Конструирование ДНК 3) Направленный точечный мутагенез 4) Технология слияния белков
72.	Природные бионаномашин сконструированы так, чтобы быть стабильными: 1) в окружении липидов 2) в водном окружении+ 3) в окружении нуклеиновых кислот
73.	Типичные бионаномашин оптимально функционируют при температуре, °С : 1) 12 2) 25 3) 37+ 4) 42
74.	В большинстве случаев природные бионаномашин стабильны: 1) на протяжении длительного времени 2) короткого периода времени 3) необходимого промежутка времени+ 4) бионаномашин нестабильны
75.	Верно ли, что бионаномашин быстро разбираются после выполнения специальных задач? 1) да 2) нет
76.	Для строительства бионаномашин идеальными являются: 1) соединения на основе азота 2) на основе углерода+ 3) на основе железа 4) на основе кислорода
77.	К какому методу ассемблирования сложных наноструктур относится данное описание: «Структуры строятся из модульных блоков, которые соединяются в линейные или разветвлённые цепи»? 1) Последовательный ковалентный синтез 2) Самосборка 3) Самоассемблирование 4) Ковалентная полимеризация+
78.	К какому методу ассемблирования сложных наноструктур относится данное описание: «Функциональные группы или отдельные атомы непосредственно связываются друг с другом в ковалентные молекулы необходимой формы»? 1) Последовательный ковалентный синтез+ 2) Самосборка 3) Самоассемблирование 4) Ковалентная полимеризация
79.	Когда углеводородные молекулы помещаются в воду, молекулы воды, окружающие углеводороды: 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.	Какой вид симметрии имеют белки: пепсин, порин, калиевый канал? 1) циклическая + 2) плоская 3) кубическая
81.	Симметрия относительно плоскости, объединяя 4, 6, 8 и 12 субъединиц соответственно, относится к белку: 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.	Бионаномашины (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. <b>(В случаях, когда необходима соответствующая модификация белков, используют клетки дрожжей, насекомых или млекопитающих).</b>
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. <b>(Для разъединения белковых нитей необходимо использовать достаточные жесткие внешние условия).</b>
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? <b>(Эти белки отмечаются специальными сигнальными пептидами на концах белковых цепей. Пептиды распознаются транспортными системами клетки и, после доставки в нужный компартмент, удаляются).</b>
97.	Объясните, какой иерархический принцип Вы будете применять при сборке бионаномашин, если необходимо выстроить структуры из модульных блоков, которые соединяются в линейные цепи? <b>(Если необходимо выстроить структуры из модульных блоков, которые соединяются в линейные цепи, используют второй принцип – ковалентная полимеризация)</b>
98.	Объясните, чем будет вызвано перемещение гидрофобных аминокислот внутрь белковой глобулы при возникновении ее стабильной структуры вследствие фолдинга? <b>(Это проявление гидрофобного эффекта при формировании бионаномолекул)</b>
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? <b>(При этом следует продумать необходимую взаимную пространственную ориентацию этих интерфейсных поверхностей).</b>
100.	Как Вы можете объяснить такое преимущество симметричности бионаноструктур как «экономия места в геноме»? <b>(Это связано с тем, что в геноме хранится информация для синтеза только одной субъединицы).</b>
101.	Как известно, множество нанопроцессов не происходят спонтанно. Какой основной подход Вы будете использовать при активации химической реакции с участием бионаноситемы? <b>(Это подход состоит в сопряжении эндергонической реакции с другой экзергонической реакцией)</b>

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
<b>ПКв-1 Способен проводить сбор, анализ и обработку научно-технической (научной) информации, необходимой для решения профессиональных задач, поставленных специалистом более высокой квалификации</b>					
<b>Знает</b>	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)
<b>Умеет:</b>	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)

<b>Владеет:</b>	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)