


МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Институт естественнонаучный  
Кафедра «Биотехнологии»

Утверждено на заседании кафедры  
«Биотехнология»  
«16» января 2024 г., протокол № 5

Заведующий кафедрой

 О.Н.Понаморева

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
«БИОТЕХНОЛОГИЯ (В ТОМ ЧИСЛЕ БИОНАНОТЕХНОЛОГИИ)»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы аспирантуры**

по направлению подготовки  
06.06.01 Биотехнология

с направленностью (профилем) (со специализацией)  
1.5.6 Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)

Форма(ы) обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 060601-01-24

Тула 2024 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**рабочей программы дисциплины (модуля)**

**Разработчик(и):**

Понаморева О.Н., д-р хим.наук, доцент  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

  
\_\_\_\_\_ (подпись)

## 1 Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

**Целью** освоения дисциплины (модуля) является изучение дисциплины, дать исследователю, работающему в этой и смежных областях, целостное представление о современном состоянии и перспективах развития биотехнологии как направления научной и практической деятельности человека, имеющем в своей основе использование биотехнологических объектов (клетки микроорганизмов, растений, животных и т.д.) или биомолекулы (нуклеиновые кислоты, белки, углеводы, липиды или комплексы этих веществ) для использования в промышленности, здравоохранении, экологической защите. Большое внимание при изучении дисциплины уделяется новому направлению в науке и технике – бионанотехнологиям.

**Задачами** освоения дисциплины (модуля) являются:

- формирование фундаментального подхода к анализу биохимических процессов и живых объектов как основы при разработке новых или совершенствование существующих биотехнологических процессов;
- приобретение навыков использования современных представлений биотехнологии, в том числе бионанотехнологий, для решения научных и практических проблем в профессиональной деятельности ученого.

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина (модуль) относится к вариативной части основной профессиональной образовательной программы.

Дисциплина (модуль) изучается в 3 и 4 семестрах.

## 3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю)

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы (формируемыми компетенциями), установленными в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы, приведён ниже.

В результате освоения дисциплины (модуля) обучающийся должен:

### **Знать:**

- 1) методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях **З1(УК-1)**;
- 2) теоретические положения, практические возможности и современные методы биотехнологии, в том числе бионанотехнологий **З1(ПК-1)**;
- 3) биохимические, молекулярно-биологические закономерности процессов, протекающих в живых организмах **З2(ПК-1)**;
- 4) практические возможности и современные методы биохимии, молекулярной биологии и биотехнологии для создания инноваций в пищевой промышленности, экологии, медицине, сельском хозяйстве и других сферах деятельности человека **З1(ПК-2)**;

### **Уметь:**

1) применять знания по биохимии, молекулярной биологии, микробиологии на практике для совершенствования биотехнологических процессов и разработки новых биотехнологий, в том числе бионанотехнологий **У1(ПК-1)**;

2) анализировать взаимосвязь между строением и свойствами наноструктурированных материалов, в том числе бионаноматериалов для создания новых биотехнологий и модификации известных биотехнологий **У2(ПК-1)**;

3) применять методы биохимии и методы молекулярной биологии для создания инновационных продуктов и биотехнологий в пищевой промышленности, экологии, медицине, сельском хозяйстве и других сферах деятельности человека **У1(ПК-2)**;

#### **Владеть:**

1) навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях **В1(УК-1)**;

2) навыками критического анализа и оценки современных научных достижений и результатов деятельности по решению исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях **В2(УК-1)**;

3) методологией совершенствования биотехнологических процессов и разработки новых материалов и биотехнологий, в том числе бионанотехнологий, с использованием знаний в области биохимии и молекулярной биологии **В1(ПК-1)**;

4) навыками создания инновационных биопродуктов и биотехнологий с использованием биохимических и молекулярно-биологических методов и подходов **В1(ПК-2)**.

### **4 Объем и содержание дисциплины (модуля)**

**4.1 Объем дисциплины (модуля), объем контактной и самостоятельной работы обучающегося при освоении дисциплины (модуля), формы промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

Номер семестра	Формы промежуточной аттестации	Общий объем в зачетных единицах	Общий объем в академических часах	Объем контактной работы в академических часах						Объем самостоятельной работы в академических часах
				Лекционные занятия	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные работы	Клинические практические занятия	Консультации	Промежуточная аттестация	
Очная форма обучения										
3	ЗЧ	3	108	15	-	-	-	-	0,1	92,9
4	Э	3	108	15	-	-	-	2	0,25	90,75
Итого	-	6	216	30	-	-	-	-	0,35	183,65

Условные сокращения: Э – экзамен, ЗЧ – зачет, ДЗ – дифференцированный зачет (зачет с оценкой), КП – защита курсового проекта, КР – защита курсовой работы.

### **4.2 Содержание лекционных занятий**

#### **Очная форма обучения**

№ п/п	Темы лекционных занятий
<b>3 семестр</b>	
1	Строение и функции клетки (различия клеток прокариот и эукариот). Строение клеточной стенки бактерий. Микроорганизмы, грибы, вирусы как объекты биотехнологии.
2	Взаимодействие клеток микроорганизмов и среды, влияние внешних физических и физико-химических факторов на рост и биосинтез у микроорганизмов. Способы культивирования микроорганизмов (периодическое, непрерывное, иммобилизация клеток и ферментов). Биопленки как особая форма взаимодействия микроорганизмов. Смешанные культуры, консорциумы.
3	Метаболизм микроорганизмов. Биосинтетические процессы. Ассимиляционная нитратредукция, сульфатредукция, азотфиксация. Первичные и вторичные метаболиты. Их роль в природе.
4	Особенности строения генетического материала про- и эукариот. Матричные биосинтезы (репликация, транскрипция, трансляция). Спонтанный и индуцированный мутагенез. Внехромосомные генетические элементы. Плазмиды, их строение и классификация. Бактериофаги, их структура и жизненный цикл. Мигрирующие генетические элементы: транспозоны и IS-последовательности, их роль в генетическом обмене.
5	Элементы генетического анализа. Генетическое картирование. Рестрикционный анализ. Методы секвенирования.
6	Регуляция экспрессии генов. Концепции оперона и регулона. Контроль на уровне инициации транскрипции. Промотор, оператор и регуляторные белки. Позитивный и негативный контроль экспрессии генов. Контроль на уровне терминации транскрипции. Посттранскрипционный контроль.
7	Основы генной инженерии. Механизм генных мутаций, генетический контроль. Ферменты рестрикции и модификации. Выделение и клонирование генов. Векторы для молекулярного клонирования. Принципы конструирования рекомбинантных ДНК и их введения в реципиентные клетки.
8	Биомолекулы. Аминокислоты, пептиды, белки: строение, свойства функции. Углеводы, углеводсодержащие смешанные полимеры. Нуклеотиды, нуклеионовые кислоты. Липиды, основные принципы построения биологических мембран. Низкомолекулярные биорегуляторы - коферменты и витамины, биогенные амины: ацетилхолин, серотонин и др. Антибиотики, как природные антиметаболиты.
<b>4 семестр</b>	
1	Ферменты и их биологическая роль. Основы ферментативного катализа. Применение ферментов в промышленной биотехнологии и генной инженерии.
2	Общие представления об анаболизме и катаболизме. Принципы биоэнергетики. Пути и механизмы преобразования энергии в живых системах. Основные пути ассимиляции субстратов: белков, жиров, углеводов, аминокислот, углеводов, спиртов, органических кислот, минеральных компонентов.
3	Биосинтетические процессы в клетке. Фотосинтез. Основные типы процессов, доноры электронов.

№ п/п	Темы лекционных занятий
4	<p>Технологии генной инженерии растений. Проблемы и перспективы.</p> <p>Качество, безопасность и сертификация генномодифицированного сырья и пищевых продуктов на их основе.</p> <p>Трансгенные животные как «биореакторы» биологически активных веществ.</p> <p>Производство кормового белка- белка одноклеточных микроорганизмов.</p> <p>Микробиологическое производство ферментных препаратов, L-аминокислот кормового назначения, кормовых антибиотиков, концентратов витаминов кормового назначения, вакцин для животноводства, пробиотиков для животноводства.</p> <p>Микробиологическое производство индивидуальных органических кислот (лимонная, яблочная, аспарагиновая кислоты), ферментных препаратов и их использование в пищевой промышленности.</p>
5	<p>Аналитическая биотехнология (иммуноанализ, биосенсоры, биочипы, диагностические наборы, методы ПЦР-анализа и др.)</p> <p>Культуральные и генно-инженерные вакцины. Технологии лекарственных препаратов на базе стабильных адресных липосом. Конструирование и производство генно-инженерного инсулина. Микробиологическое производство антибиотиков различных классов для медицины. Микробиологическое производство витаминов для здравоохранения.</p>
6	<p>Микробиологическое производство возобновляемых источников энергии: низших спиртов, ацетона, метана, биоконверсией органических отходов и растительного сырья. Микробиологическое производство водорода. Биотопливные элементы.</p> <p>Геомикробиология и экология нефте- и угледобычи. Бактериальное выщелачивание химических элементов из руд, концентратов и горных пород, обогащение руд, биосорбция металлов из растворов. Удаление серы из нефти и угля. Повышение нефтеотдачи. Удаление метана из угольных пластов. Подавление биокоррозии нефтепроводов.</p>
7	<p>Биологические методы для решения задач охраны окружающей среды.</p> <p>Микроорганизмы — биодеструкторы.</p> <p>Биологическая очистка сточных вод. Принципиальные схемы очистных сооружений.</p> <p>Биоремедиация и биологическая очистка природных сред. Биологическая переработка твердых отходов. Биодеструкция природных и синтетических полимерных материалов.</p> <p>Мониторинг окружающей среды. Методы биотестирования и биоиндикации в мониторинге. Биосенсоры в экологии.</p>
8	<p>Бионанотехнология - революционное направление нанонауки, изучающее взаимодействие нанообъектов с живыми системами, получение наночастиц с использованием биореакторов и применение бионаноструктур для решения актуальных вопросов медицины, экологии, сельского хозяйства и других отраслей практической или теоретической деятельности. Бионанотехнологии как научное направление на перекрестках биологии, нанонауки, химии, физики, информатики, робототехники.</p>

### 4.3 Содержание практических (семинарских) занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

### 4.4 Содержание лабораторных работ

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

#### 4.5 Содержание клинических практических занятий

Занятия указанного типа не предусмотрены основной профессиональной образовательной программой.

#### 4.6 Содержание самостоятельной работы обучающегося

##### Очная форма обучения

№ п/п	Виды и формы самостоятельной работы
<b>3 семестр</b>	
1	Освоение и проработка лекционного материала по конспекту лекций и учебной литературе
2	Подготовка к промежуточной аттестации
<b>4 семестр</b>	
1	Освоение и проработка лекционного материала по конспекту лекций и учебной литературе
2	Подготовка к промежуточной аттестации

#### 5 Система формирования оценки результатов обучения по дисциплине (модулю) в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося

##### Очная форма обучения

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
3 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	15
		Подготовка реферата	15
		Итого	30
	Второй рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	15
		Подготовка реферата	15
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Экзамен (зачет, дифференцированный зачет)		40 (100*)
	Защита курсового проекта (курсовой работы) (при наличии)		100
4 семестр			
Текущий контроль успеваемости	Первый рубежный контроль	Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:	
		Посещение лекционных занятий	15
		Подготовка реферата	15
		Итого	30

Мероприятия текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося			Максимальное количество баллов
	Второй рубежный контроль	<b>Оцениваемая учебная деятельность обучающегося:</b>	
		<i>Посещение лекционных занятий</i>	15
		<i>Подготовка реферата</i>	15
		Итого	30
Промежуточная аттестация	Экзамен ( <i>зачет, дифференцированный зачет</i> )		40 (100*)
	Защита курсового проекта ( <i>курсовой работы</i> ) ( <i>при наличии</i> )		100

\* В случае отказа обучающегося от результатов текущего контроля успеваемости

### Шкала соответствия оценок в стобальной и академической системах оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Система оценивания результатов обучения	Оценки			
Стобальная система оценивания	0 – 39	40 – 60	61 – 80	81 – 100
Академическая система оценивания (экзамен, дифференцированный зачет, защита курсового проекта, защита курсовой работы)	Неудовлетворительно	Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Академическая система оценивания (зачет)	Не зачтено	Зачтено		

## 6 Описание материально-технической базы (включая оборудование и технические средства обучения), необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) требуется стандартная аудитория, оснащенная мультимедийным оборудованием, рабочие места преподавателя и обучающихся должны быть оснащены письменными столами и/или партами. Так же требуются мультимедийное оборудование и стандартное программное обеспечение из пакета Microsoft Office.

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

(Наличие указываемых изданий в библиотеке ТулГУ или в ЭБС ТулГУ обязательно)

### 7.1 Основная литература

1. Биотехнология: теория и практика : учеб. пособие для вузов / Н. В. Загоскина [и др.] ; под ред. Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. — М. : ОНИКС, 2009. — 494 с.
2. Глик, Б. Молекулярная биотехнология : Принципы и применение / Б. Глик, Дж. Пастернак ; пер. с англ. : Н. В. Баскаковой [и др.], под ред. Н. К. Янковского. — М. : Мир, 2002. — 589 с.
3. Егорова Т.А.. Основы биотехнологии: учебное пособие для вузов / Т.А.Егорова, С.М.Клунова, Е.А.Живухина. -3-е изд., стер..-М.: Академия, 2006.-208с.: ил.
4. Сазыкин, Ю. О. Биотехнология : учеб. пособие / Ю. О. Сазыкин, С. Н. Орехов, И. И. Чакалева ; под ред. А. В. Катлинского. — 3-е изд., стер. — М. : Академия, 2008. — 255 с.



5. Музафаров, Евгений Назибович. Введение в биотехнологию : учеб. пособие для вузов / Е. Н. Музафаров, М. А. Чепурнова ; ТулГУ, Науч.-образов. центр "Экобиотехнология", Ин-т фундамент. проблем биологии РАН. — Тула : Изд-во ТулГУ, 2010. — 196 с.
6. Нолтинг, Б. Новейшие методы исследования биосистем / Б.Нолтинг;пер.с англ.Н.Н.Хромова-Борисова. — М. : Техносфера, 2005. — 256с.
7. Горленко В.А. Научные основы биотехнологии. Часть 1. Нанотехнологии в биологии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Горленко В.А., Кутузова Н.М., Пятунина С.К.— Электрон. текстовые данные.— М.: Прометей, 2013.— 262 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24003>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
8. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия [Электронный ресурс]: учебно-справочное пособие/ Щелкунов С.Н.— Электрон. текстовые данные.— Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2010.— 514 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/5668>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
9. Прикладная экобиотехнология. Том 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.Е. Кузнецов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012.— 634 с.— Ресурс кафедры
10. Прикладная экобиотехнология. Том 2 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ А.Е. Кузнецов [и др.].— Электрон. текстовые данные.— М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012.— 492 с.— Ресурс кафедры

## 7.2 Дополнительная литература

1. Фролов, Ю. П. Биотехнология и биологическая нанотехнология : краткий курс : учебное пособие / Ю. П. Фролов ; Сам. ГУ, СамНЦ РАН. — Самара, 2010. — 192 с
2. Рогов, И.А. Пищевая биотехнология : учебник для вузов. Кн.1. Основы пищевой биотехнологии / И.А.Рогов,Л.В.Антипова,Г.П.Шуваева. — М. : КолосС, 2004. — 440с.
3. Биотехнология защиты окружающей среды: учеб. пособие / О. Н. Понаморева [и др.]; ТулГУ [и др.].-Тула: Изд-во ТулГУ, 2006.-115 с.: ил.
4. Генетические методы биотехнологии защиты окружающей среды : учеб.- метод. пособие / И. Ф. Пунтус [и др.] ; ТулГУ, НОЦ "Экобиотехнология". — Тула : Изд-во ТулГУ, 2008. — 123 с.
5. Нетрусов, А. И. Микробиология : учебник для вузов / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. — 3-е изд., испр. — М. : Академия, 2009. — 351 с.
6. Практикум по микробиологии : учебное пособие для вузов / А. И. Нетрусов [и др.] ; под ред. А. И. Нетрусова. — М. : Академия, 2005. — 608 с. : ил.
7. Фостер, Л. Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности / Л. Фостер ; пер. с англ. А. Хачояна. — М. : Техносфера, 2008. — 352 с.
8. Пул Ч., мл. Нанотехнологии : учеб.пособие / Ч.Пул - мл.,Ф.Оуэнс;пер.с англ.под ред.Ю.В.Головина;доп.В.В.Лучина. — 5-е изд.,доп. — М. : Техносфера, 2010. — 336с.
9. Биосенсоры и биотопливные элементы : учеб. пособие / О. Н. Понаморева [и др.] ; ТулГУ, НОЦ "Экобиотехнология". — Тула : Изд-во ТулГУ, 2012. — 202 с.
10. Цымбаленко Н.В. Биотехнология. Часть 1. Технология рекомбинантной ДНК [Электронный ресурс]: учебное пособие (для студентов биологических специальностей педагогических университетов)/ Цымбаленко Н.В.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, 2011.— 127 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20549>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
11. Общая и фармацевтическая биотехнология [Электронный ресурс]: учебное пособие/ — Электрон. текстовые данные.— Самара: РЕАВИЗ, 2009.— 118 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/10164>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
12. Федоренко В.Ф. Генетически модифицированные растения и продукты питания. Реальность и безопасность [Электронный ресурс]: аналитический обзор/ Федоренко В.Ф.,

- Буклагин Д.С., Аронов Э.Л.— Электрон. текстовые данные.— М.: Росинформагротех, 2005.— 200 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/15728>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
13. Белясова Н.А. Микробиология [Электронный ресурс]: учебник/ Белясова Н.А.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Вышэйшая школа, 2012.— 443 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20229>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
14. Ермишин А.П. Генетически модифицированные организмы и биобезопасность [Электронный ресурс]/ Ермишин А.П.— Электрон. текстовые данные.— Минск: Белорусская наука, 2013.— 172 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29440>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю
15. Гусев А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гусев А.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009.— 416 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/12979>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю.

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

1. Электронный читальный зал “БИБЛИОТЕХ” : учебники авторов ТулГУ по всем дисциплинам. - Режим доступа: <https://tsutula.bibliotech.ru/>, по паролю.- Загл. с экрана
2. ЭБС "Лань" . - Режим доступа: <https://e.lanbook.com>, по паролю. - Загл. с экрана
3. ЭБС IPRBooks универсальная базовая коллекция изданий.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>, по паролю. - Загл. с экрана
4. ЭБС Консультант студента: электронная библиотека медицинского вуза. - Режим доступа: <http://www.studmedlib.ru/>, по паролю. - Загл. с экрана
5. ЭБС издательства «Юрайт».- Режим доступа: <http://biblio-online.ru>, по паролю.- Загл. с экрана.
6. Научная Электронная Библиотека eLibrary - библиотека электронной периодики.- Режим доступа: <http://elibrary.ru/> , по паролю.- Загл. с экрана.
7. НЭБ КиберЛенинка научная электронная библиотека открытого доступа, режим доступа <http://cyberleninka.ru/> ,свободный.- Загл. с экрана.
8. Единое окно доступа к образовательным ресурсам: портал [Электронный ресурс]. - Режим доступа : <http://window.edu.ru>. - Загл. с экрана.

## **9 Перечень информационных технологий, необходимых для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **9.1 Перечень необходимого ежегодно обновляемого лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

1. *Текстовый редактор Microsoft Word;*
2. *Программа для работы с электронными таблицами Microsoft Excel;*
3. *Программа подготовки презентаций Microsoft PowerPoint.*

### **9.2 Перечень необходимых современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы не требуются.