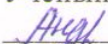


Федеральное агентство научных организаций (ФАНО) России  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ НАУКИ  
ИНСТИТУТ МОЛЕКУЛЯРНОЙ ГЕНЕТИКИ  
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК  
(ИМГ РАН)

СОГЛАСОВАНО:  
Ученый совет ИМГ РАН  
Протокол №11 от «17» октября 2016 г.  
Ученый секретарь  
 к.б.н. Л.Е. Андреева

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор ИМГ РАН  
чл.-корр. РАН  
 С.В. Костров  
«17» октября 2016 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре

**Обязательная дисциплина Б1.В.ОД1**

**БИОТЕХНОЛОГИЯ**

**Направление подготовки:**  
06.06.01 Биологические науки

**Направленность (профиль) программы:**  
03.01.06 Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)

**Присваиваемая квалификация:**  
Исследователь. Преподаватель-исследователь.

**Форма обучения:** очная

**Составитель: д.х.н., доцент И.В. Демидюк**

**Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта, разработанного для реализации основных профессиональных образовательных программ высшего образования - программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению подготовки кадров высшей квалификации 06.06.01 «Биологические науки».**

Согласно Федеральному государственному образовательному стандарту высшего образования по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденному приказом Минобрнауки РФ № 871 от 30 июля 2014 г., и учебному плану аспирантов, разработанного на основе этого стандарта, дисциплина «Биотехнология» является первой обязательной учебной дисциплиной вариативной части Блока 1 образовательной программы по направленности (профилю) 03.01.06 Биотехнология (в том числе бионанотехнологии).

Объем дисциплины составляет 7 зачетных единиц или 252 часа, из них 72 часа - лекции, 72 часа – лабораторно-практические занятия, 98 часов - самостоятельная работа и 10 часов - контроль.

### **I. Цели и задачи освоения дисциплины**

**Цель изучения дисциплины** – формирование у аспирантов углубленных знаний о современных достижениях в биотехнологии и бионанотехнологии, а также в смежных областях знаний: молекулярной биологии, биохимии, медицинской химии, биофармацевтической химии.

Достижение названной цели предполагает решение **следующих учебных задач** дисциплины:

- сформировать у аспирантов представление о важнейших закономерностях функционирования живых систем;
- сформировать у аспирантов представление о современных методах исследования в биотехнологии;
- сформировать у аспирантов представление об основных подходах, используемых при создании биотехнологических производств;
- подготовить аспирантов к применению полученных знаний при проведении конкретного научного исследования в области биотехнологии (в том числе бионанотехнологии).

### **II. Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы послевузовского профессионального образования (аспирантура)**

Биотехнология является комплексным направлением современной науки, включающим теоретические сведения химических и биологических наук, а также прикладные и технологические аспекты. Дисциплина «Биотехнология» является основной в курсе обучения аспирантов по специальности 03.01.06 «Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)». Знания и навыки, полученные аспирантами при изучении данного курса, необходимы при выполнении экспериментальных работ в ходе выполнения диссертационной работы и при написании диссертации.

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний по биоорганической химии, биохимии, молекулярной биологии в объеме программы высшего профессионального образования.

### **III. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины**

В результате освоения программы данной дисциплины формируются следующие компетенции:

#### **Универсальные компетенции:**

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, умение генерировать новые идеи при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1);
- способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения, основанного на углубленном знании широкого круга биологических проблем и с использованием знаний в области истории и философии (УК-2);
- готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных, научно-практических и научно-образовательных задач (УК-3);
- готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языке (УК-4);
- способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5).

#### **Общепрофессиональные компетенции:**

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1);
- способность передавать методический и научно-исследовательский опыт в подготовке научно-педагогических кадров (ОПК-2);
- готовность к преподавательской деятельности по основным образовательным программам высшего образования и программам дополнительного образования (ОПК-3).

#### **Профессиональные компетенции:**

- способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы на современном научно-методическом уровне в области биотехнологии (ПК-1);
- обладание представлениями о фундаментальных основах биологических, химических и технологических процессов, формах и методах научного познания, способностью к самообразованию и личностному развитию в данной области исследований (ПК-2);
- способность приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач, возникающих при профессиональной деятельности в области биотехнологии (ПК-3);
- способность проводить обработку и анализ научных результатов в области биотехнологии, обобщать результаты в форме научных докладов и статей для ведущих

- профильных журналов, способность к профессиональному ведению научных дискуссий (ПК-4);
- владение методами преподавания, отбора учебного материала и основами управления процессом обучения биотехнологии в организациях среднего и высшего профессионального образования (ПК-5).

В результате изучения дисциплины «Биотехнология» аспирант должен достичь следующих результатов обучения:

**Знать:**

- основные принципы организации современного биотехнологического производства, его иерархическую структуру, методы оценки эффективности производства;
- принципиальную схему современного биотехнологического производства; экономические критерии оптимизации производства;
- особенности моделирования, масштабирования и оптимизации биотехнологических схем и процессов;
- основы биотехнологии, основные биообъекты и методы работы с ними;
- биохимические, химические и физико-химические процессы, протекающие в биореакторах и на стадиях переработки, связанных с выделением и очисткой целевого продукта;
- закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма; модели роста и образования продуктов; методы культивирования;
- основы энзимологии, методы иммобилизации ферментов и клеток, принципы иммунного анализа;
- важнейшие производства промышленной, медицинской, сельскохозяйственной, экологической биотехнологии, бионанотехнологии.

**Уметь:**

- осуществлять культивирование микроорганизмов в аэробных и анаэробных условиях в лаборатории; выделять продукты метаболизма из культуральной жидкости и клеток продуцента методами экстракции, осаждения, ионного обмена и ультраконцентрирования;
- осуществлять контроль содержания целевого компонента в полупродуктах, получаемых на отдельных технологических стадиях;
- проводить обработку результатов измерений с использованием пакетов прикладных программ; использовать стандарты и другие нормативные документы при оценке, контроле качества и сертификации сырья и продукции;
- определять параметры сырья и продукции при их сертификации; выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта, оценивать технологическую эффективность производства.

**Владеть:**

- методами очистки и стерилизации воздуха, конструирования и стерилизации питательных сред;
- методами проведения стандартных испытаний по определению показателей физико-химических свойств сырья и продукции;

- методами технического контроля по соблюдению технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства;
- методами планирования, проведения и обработки биотехнологических экспериментов.

#### IV. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид занятий	Количество часов
Лекции	72
Лабораторно-практические занятия (освоение методов исследования)	72
Самостоятельная работа	98
<i>Зачет</i>	10
<b>ИТОГО</b>	<b>252</b>

#### V. Содержание дисциплины

##### Раздел 1

##### *История развития биотехнологии, ее цели, задачи, междисциплинарный характер*

Полидисциплинарность современных биотехнологий. Биотехнология как направление научно-технического прогресса, опирающегося на междисциплинарные знания в области биологии (генетика, биохимия, биофизика, микробиология, вирусология, физиология клеток растений и животных), химии (органическая химия, биоорганическая химия, биофизическая химия, химическая технология, компьютерная и комбинаторная химия), технологии (процессы и аппараты, системы контроля и управления, автоматизированные комплексы, моделирование и оптимизация процессов). Понятие биотехнологии как технологического приема получения модифицированных биообъектов с целью придания им новых свойств и/или способности производить новые вещества. Основные области применения современной биотехнологии и основные ее аспекты (биологические, химические, технологические). Научные основы инженерного оформления биотехнологии.

##### Раздел 2

##### *Общая биология, микробиология и физиология клеток*

Определение жизни и свойства живого. Уровни организации живой материи. Клетка как основа наследственности и воспроизведения. Строение ядра и его роль в наследственности. Химический состав клетки (нуклеиновые кислоты, белки, полисахариды, липиды, нуклеопротеиды, гликопротеиды, липопротеиды, пептидогликаны, полифосфаты, минеральные компоненты и вода). Строение и функции клетки (различия клеток прокариот и эукариот). Строение клеточной стенки бактерий. Положение микроорганизмов среди других организмов. Сапрофиты, паразиты, патогенные формы. Принципы классификации бактерий: эубактерии, цианобактерии, архебактерии. Общая биология протистов: водоросли, простейшие. Грибы. Вирусы. Вирусные инфекции, лизогения.

Метаболизм микроорганизмов. Взаимосвязь биосинтетических и энергетических процессов. Особенности электронтранспортных систем микроорганизмов. Анаэробные процессы окисления. Анаэробное дыхание. Брожение. Аэробное дыхание. Разнообразие субстратов,

окисляемых микроорганизмами (природные биополимеры, углеводороды, ксенобиотики и др.). Полное аэробное окисление субстрата, неполное окисление и трансформация органических субстратов. Окисление неорганических субстратов. Особенности бактериального фотосинтеза.

Биосинтетические процессы. Ассимиляционная нитратредукция, сульфатредукция, азотфиксация. Основные мономеры конструктивного метаболизма. Пути образования и дальнейшего их использования. Значение цикла трикарбоновых кислот и глиоксилатного шунта в конструктивном метаболизме. Синтез липидов, полисахаридов и других компонентов клетки. Практическое значение этих процессов. Образование микроорганизмами биологически активных веществ: ферментов, антибиотиков, витаминов, токсинов. Первичные и вторичные метаболиты. Их роль в природе. Практическое использование. Транспорт субстратов и продуктов. Механизмы клеточной проницаемости: физическая диффузия, облегченная диффузия, первичный и вторичный активный транспорт. Организация транспортных систем. Способы сопряжения транспорта с энергией метаболизма. Регуляция транспортных процессов. Секреция и экскреция. Мембранная регуляция. Регуляция на уровне генома.

Физиология питания. Элементы питания, их значение для процесса биосинтеза. Разнообразие типов питания микроорганизмов (автотрофия, гетеротрофия, фотолитотрофия, фотоорганотрофия, хемолитотрофия, хемоорганотрофия). Разнообразие источников углерода, азота, фосфора, серы и других элементов, используемых микроорганизмами. Теория лимитирования и ингибирования роста клеток элементами питания.

Физиология энергетического обмена: использование клетками энергии. Экономический коэффициент и его связь с условиями роста. Взаимодействие клеток и среды, влияние внешних физических и физико-химических факторов на рост и биосинтез у микроорганизмов. Норма и стресс, проблема сохранения способности к сверхсинтезам. Жизненный цикл клеток и типы клеточного деления (амитоз, митоз, мейоз). Физиология отмирания.

Селекция, генетические основы селекции. Понятие о генотипе и фенотипе. Наследственность, изменчивость, отбор микроорганизмов. Рекомбинация. Понятие о генетике популяций и популяционной изменчивости. Методы селекции. Селекция микроорганизмов. Производственный ферментер как экологическая ниша.

Биосфера и распространение микроорганизмов. Участие микроорганизмов в круговоротах углерода, азота, кислорода, серы. Формы взаимоотношений микроорганизмов.

Молекулярная биология и генетика клеток. Законы Менделя и их интерпретация с точки зрения хромосомной теории наследственности. Наследственность и изменчивость. Формы изменчивости. Молекулярные основы организации хромосомы. Функции ДНК, гистонов, РНК в клеточном метаболизме. Сцепление и кроссинговер. Рекомбинация у бактериофагов. Понятие гена в классической и молекулярной генетике, его эволюция. Вклад методологии генной инженерии в развитие молекулярной генетики. Прикладное значение генной

инженерии для биотехнологии. Природа генетического материала. Особенности строения генетического материала про- и эукариот. Транскрипция ДНК, ее компоненты. РНК-полимераза и промотор. Трансляция, ее этапы, функция рибосом. Генетический код и его свойства. Репликация ДНК и ее генетический контроль. Рекомбинация, ее типы и модели. Механизмы репарации ДНК. Взаимосвязь процессов репликации, рекомбинации и репарации.

### Раздел 3

#### *Биоорганическая химия и биохимия*

Основные объекты исследования биоорганической химии. Методы исследования: химические, физические, физико-химические, биохимические. Белки. Аминокислоты, как мономерные структурные единицы белков и пептидов. Стереохимия. Проекция Фишера. Уровни структуры белков. Первичная структура: методы определения последовательности аминокислот. Вторичная структура белков: альфа- и бета- структуры. Третичная и четвертичная (субъединичная) структуры белков. Роль водородных, ионных, дисульфидных связей, гидрофобных взаимодействий. Денатурация (обратимая, необратимая) белков. Понятие о регуляторных белках.

Нуклеиновые кислоты. ДНК и РНК. Структурные компоненты. Типы связей. Пространственная структура полимерных цепей. Двойная спираль ДНК. Комплементарность оснований. Методы определения нуклеотидной последовательности. Рестрикция, рестриктазы. Химико-ферментативный синтез олиго- и полинуклеотидов. Биосинтез нуклеиновых кислот. Ферменты биосинтеза. Понятие о транскрипции, обратная транскриптаза.

Углеводы. Моносахариды. Строение и стереохимия. Альдозы, кетозы. Ациклические и циклические структуры моносахаридов. Пиранозы, фуранозы, альфа- и бета-аномеры. Понятие о конформации. Пентозы (рибоза, арабиноза, ксилоза), гексозы (глюкоза, манноза, галактоза). Дезоксисахара (фукоза, 2-дезоксирибоза), аминодезоксисахара, уроновые кислоты, сиаловые кислоты. Моносахариды как структурные мономерные единицы олиго- и полисахаридов. Структурный анализ олиго- и полисахаридов. Функции олиго- и полисахаридов. Понятие о лектинах. Целлюлоза, крахмал, гликоген. Углеводсодержащие смешанные биополимеры. Гликопротеины, пептидогликаны, теихоевые кислоты.

Липиды. Классификация липидов. Нейтральные липиды, фосфолипиды, сфинголипиды. Структурные компоненты липидов. Жирные кислоты. Высшие спирты, альдегиды. Полиолы, глицерин, миоинозит. Стереохимия липидов. Липопротеиды. Понятие о строении биологических мембран. Липосомы.

Низкомолекулярные биорегуляторы - коферменты и витамины: НАД, НАДФ, ФМН, ФАД, тиаминпирофосфат, липоевая кислота, АТФ, биотин, аскорбиновая кислота, фолиевая кислота, пантотенат кальция, кобаламины. Каскад арахидоновой кислоты. Простагландины. Биогенные амины: ацетилхолин, серотонин и др.

Антибиотики, как природные антиметаболиты. Пенициллины, цефалоспорины, тетрациклины, аминогликозиды, противоопухолевые антибиотики. Полусинтетические антибиотики.

Ферменты и их биохимическая роль. Классификация и номенклатура. Активные центры ферментов. Субстратная специфичность. Факторы, обеспечивающие ферментативный катализ. Роль металлов в функционировании ферментов. Ингибиторы: обратимые (конкурентные, неконкурентные), необратимые. Обратимая и необратимая денатурация ферментов. Способы иммобилизация ферментов на различных носителях. Внутри- и внеклеточные ферменты.

Метаболический фонд микробных клеток. Общие представления об анаболизме и катаболизме. Основные пути ассимиляции субстратов: белков, жиров, углеводов, аминокислот, углеводов, спиртов, органических кислот, минеральных компонентов. Гликолиз и брожение. Цикл Кребса, регуляция активности ферментных систем в цикле. Гексозомонофосфатный путь превращения углеводов. Энергетическая эффективность цикла Кребса и гликолиза. Цепь переноса электронов, окислительное фосфорилирование в дыхательной цепи. Биосинтез через ацетил-КоА. Функции НАДН<sup>+</sup> и НАД(Ф)Н<sup>+</sup> в реакциях синтеза. Биосинтез белков.

Пути и механизмы преобразования энергии в живых системах. Образование АТФ и других макроэргических соединений в клетках. Роль АТФ и трансмембранной разности электрохимических потенциалов (ТЭП) в трансформации и запасании энергии в клетке. Мембранная биоэнергетика: ионные насосы, первичные и вторичные генераторы ТЭП. Понятие об энергетическом заряде и энергетической эффективности роста. Основные типы сопряжения катаболических и анаболических процессов.

Аэробное дыхание. Дыхательная цепь. Основные виды акцепторов электронов. Типы брожения. Системы субстратного фосфорилирования.

Биосинтетические процессы в клетке. Биосинтез биополимеров: белков, нуклеиновых кислот и полисахаридов. Основные этапы процессов, их организация в клетках эу- и прокариот. Биосинтез липидов, биогенез биомембран. Биосинтез сахаров, L-аминокислот, нуклеотидов, витаминов (коферментов). Вторичные метаболиты. Азотфиксация.

Фотосинтез. Основные типы процессов, доноры электронов. Бесхлорофильный фотосинтез. Фоторецептор.

Регуляция метаболизма. Определение, уровни регуляции. Регуляция репликации ДНК и биосинтеза белков. Регуляция транскрипции. Регуляция трансляции. Посттрансляционная модификация. Регуляция активности ферментов путем обратимой ковалентной модификации. Регуляция активности путем нековалентного взаимодействия с эффекторами. Регуляция клеточного деления. Взаимодействие регуляторных механизмов при управлении скоростью роста клеток.



## Раздел 4

### *Биофизическая химия.*

Термодинамические расчеты биохимических реакций. Теплота и свободные энергии, влияние температуры, рН и природы растворителей. Основные понятия термодинамики необратимых процессов: степень полноты реакции, некомпенсированная теплота и сродство. Сопряженные реакции. Обмен энергией и энтропией между клеткой и средой. Основы кинетики ферментативных процессов. Стационарная кинетика ферментативных реакций, уравнение Михаэлиса-Ментен. Влияние ингибиторов и активаторов на скорость ферментативных реакций. Температурная и рН- зависимость активности ферментов, инактивация ферментов. Основы кинетики микробиологических процессов.

Кинетическое описание процесса роста микроорганизмов. Экспоненциальная модель роста. Уравнение Моно-Иерусалимского. Математическое описание периодической, турбидостатной и хемостатной культуры. Кинетическое описание смешанных культур. Кинетика гибели микроорганизмов. Кинетическое описание биосинтеза продуктов микроорганизмами.

Мембранный потенциал. Редокс- потенциалы в биологических системах. Перенос вещества через мембраны. Мембранное равновесие, уравнение Доннана. Буферные смеси и их биологическая роль.

Адсорбция и поверхностные явления в биологических системах. Основные принципы хроматографии, ее применение.

Микробные популяции как коллоидные системы, стабилизация и коагуляция, седиментация. Высокомолекулярные биологические коллоидные системы, свойства растворов белков и полисахаридов. Физико-химические свойства гелей, роль гелей в биологических объектах.

Методы биотехнологии. Основные биообъекты биотехнологии: промышленные микроорганизмы, клетки и ткани растений, животных и человека, биокатализаторы, в том числе реконструированные продуценты биологически активных веществ (селекция, метод рекомбинантных ДНК, гибридная технология).

Сырье для биосинтеза и оценка его биологической ценности. Основные источники углерода, азота, фосфора, микроэлементов. Исследование новых источников сырья (включая вопросы его предварительной обработки), разработка новых питательных сред, в том числе включающих биостимуляторы и другие элементы управления и оптимизации процессов биосинтеза. Методы оптимизации питательных сред. Типовые технологические приемы и особенности культивирования микроорганизмов, клеток и тканей растений, животных и человека. Непрерывные процессы культивирования. Теория хемостата. Автоселекция в хемостате. Полунепрерывные (fed batch culture) и периодические процессы культивирования. Способы культивирования микроорганизмов (периодическое, непрерывное, иммобилизация клеток и ферментов). Смешанные культуры, консорциумы. Принципы их культивирования.

Кинетическое описание периодического культивирования. Удельные скорости роста биомассы, биосинтеза продукта и потребления субстратов. Влияние затрат субстрата на поддержание жизнедеятельности, на величину кажущегося экономического коэффициента. Модели кинетики биосинтеза продуктов метаболизма в зависимости от удельной скорости роста, возраста культуры, концентрации субстратов и метаболитов в среде.

Принципы масштабирования процессов ферментации. Критерии масштабного перехода. Особенности получения иммобилизованных биообъектов и их применение в биотехнологии. Диффузионные ограничения при использовании иммобилизованных ферментов и клеток.

Методы контроля специфических параметров процесса ферментации.

Типовые технологические приемы выделения и очистки продуктов биосинтеза. Флотация клеток и белковых продуктов из культуральной жидкости. Экстрагирование продуктов биосинтеза из биомассы микроорганизмов жидкостями и суперкритическими жидкостями. Центробежная экстракция лабильных продуктов из культуральной жидкости. Баромембранные методы выделения высокомолекулярных продуктов из культуральной жидкости. Метод осаждения. Метод ионного обмена. Сушка лабильных биопродуктов и живых биопрепаратов.

Получение товарных форм препаратов биологически активных веществ по типовым схемам.

Вопросы надежности и безопасных условий эксплуатации, контроля биопроцесса, охраны окружающей среды.

Современные подходы к созданию ресурсо- и энергосберегающих биотехнологий.

## **Раздел 5**

### ***Инженерное оформление биотехнологических процессов***

Классификация производств биосинтеза по отношению к контаминации. Методы отделения и деструкции контаминантов, их сравнительный анализ. Стехиометрия микробиологического синтеза. Влияние условий культивирования продуцента на тепловыделение, величину экономического коэффициента и степень утилизации субстрата. Массообменный и тепловой расчеты биореакторов: по областям применения, по условиям проведения процессов биосинтеза.

Биореакторы периодические и непрерывно действующие, полного смешения, полного вытеснения и промежуточного типа. Биореакторы для осуществления асептических, условно-асептических и неасептических процессов.

Классификация биореакторов по способу ввода энергии: аппараты с механическим перемешиванием, барботажный, эрлифтный.

Этапы моделирования. Параметры моделирования и их сопоставление. Моделирование по вводимой удельной энергии, по интенсивности массопереноса кислорода.

Исследование и разработка принципов и алгоритмов оптимального компьютерного проектирования биотехнологических систем.

Создание и эксплуатация приборов, систем измерения физико-химических, физиологических и биофизических параметров, компьютеризированных технологических комплексов.

## **VI. Образовательные технологии**

Лекции, лабораторно-практические занятия, молодежные конференции, научные школы молодых ученых, участие в написании статей и тезисов докладов на научных конференциях.

## **VII. Самостоятельная работа**

В процессе освоения предмета предусмотрено самостоятельное изучение отдельных вопросов лекционного курса в виде проработки лекционного материала и соответствующих разделов курса по учебникам.

## **VIII. Итоговая проверка знаний**

### **Форма итоговой проверки и оценки знаний**

Учебный план по дисциплине «Биотехнология», разработанный в соответствии с ФГОС высшего образования по направлению подготовки 06.06.01 Биологические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденному приказом Минобрнауки РФ № 871 от 30 июля 2014 г., по направленности (профилю) программы 03.01.06 Биотехнология (в том числе бионанотехнологии) предусматривает контроль знаний в форме дифференцированного зачета с выставлением оценок в пятибалльной системе.

### **Фонд оценочных средств**

Вопросы для дифференцированного зачета:

1. Понятие биотехнологии как технологического приема получения модифицированных биообъектов с целью придания им новых свойств и/или способности производить новые вещества.
2. Строение и функции клетки (различия клеток прокариот и эукариот).
3. Взаимодействие клеток и среды, влияние внешних физических и физико-химических факторов на рост и биосинтез у микроорганизмов.
4. Технологии биологической трансформация органических соединений.
5. Образование микроорганизмами биологически активных веществ: ферментов, антибиотиков, витаминов, токсинов.
6. Молекулярные основы наследственности.
7. РНК-полимераза прокариот и эукариот.
8. Структурно-функциональные свойства рибосом.

9. Механизмы репарации ДНК. Взаимосвязь процессов репликации, рекомбинации и репарации.
10. Спонтанный и индуцированный мутагенез. Идентификация и селекция мутантов.
11. Плазмиды, их строение и классификация. Биотехнологические аспекты применения.
12. Транспозоны, их роль в генетическом обмене. Биотехнологические аспекты применения.
13. Методы секвенирования ДНК.
14. Механизм регуляции экспрессии генов у прокариот и эукариот.
15. Системы рестрикции и модификации: классификация ферментов.
16. Методы определения первичной структуры белков, секвенаторы.
17. Химико-ферментативный синтез олиго- и полинуклеотидов.
18. Типы и функции полисахаридов. Углеводсодержащие смешанные биополимеры. Биосинтез жирных кислот.
19. Липопропротеиды. Строение и функции клеточных мембран.
20. Антибиотики, как природные антиметаболиты.
21. Ферменты, и их биохимическая роль. Факторы, обеспечивающие ферментативный катализ.
22. Метаболический фонд микробных клеток. Общие представления об анаболизме и катаболизме.
23. Образование АТФ и других макроэргических соединений в клетках.
24. Биосинтез липидов, биогенез биомембран.
25. Механизмы клеточной проницаемости: физическая диффузия, «облегченная» диффузия, первичный и вторичный активный транспорт.
26. Адсорбция и поверхностные явления в биологических системах.
27. Исследование новых источников сырья и другие элементы управления и оптимизации процессов биосинтеза.
28. Типовые технологические приемы и особенности культивирования микроорганизмов. Теория хемостата.
29. Особенности получения иммобилизованных биообъектов и их применение в биотехнологии.
30. Современные подходы к созданию ресурсо- и энергосберегающих биотехнологий.
31. Конструирование трансгенных растений. Технологии генной инженерии растений.
32. Создание растений с улучшенными питательными свойствами. Проблемы и перспективы.
33. Качество, безопасность и сертификация генномодифицированного сырья и пищевых продуктов на их основе.
34. Применение генной инженерии в животноводстве (трансгенные животные как «биореакторы» биологически активных веществ).
35. Использование технологии утилизации различных отходов (целлюлозосодержащие материалы, молочная сыворотка, отходы пищевых и рыбоперерабатывающих производств).
36. Микробиологическое производство концентратов витаминов кормового назначения.
37. Производство стимуляторов роста растений.
38. Использование ферментов микробного происхождения для пищевой промышленности.
39. Производство препаратов биологически активных добавок, содержащих смеси аминокислот, пептидов, витаминов и микроэлементов, основанное на переработке биологического сырья.

40. Основы современной иммунобиотехнологии.
41. Производство пробиотиков.
42. Производство иммуномодуляторов, иммуностимуляторов и иммунодепрессантов.
43. Основные биохимические пути микробиологической трансформации загрязняющих веществ. Микроорганизмы — биодеструкторы.
44. Биоремедиация и биологическая очистка природных сред.
45. Создание технологий для восстановления окружающей среды с использованием генно-инженерно-модифицированных микроорганизмов.

## **IX. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### Основная литература

1. Албертс Б., Брэй Д., Льюис Дж. и др. Молекулярная биология клетки. // М.: Мир. 1994.
2. Аппель Б., Бенекс Б.-И., Бененсон Я. Нуклеиновые кислоты: от А до Я. // М.: Бином. 2013.
3. Бейли Дж., Оллис Д. Основы биохимической инженерии. В 2-х томах. // М.: Мир. 1989.
4. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биотехнология. // М.: Мир, 2002.
5. Биотехнология. Под ред. Е.С.Воронина. // СПб.: ГИОРД, 2005.
6. Загоскина Н.В., Назаренко Л.В., Калашникова Е.А., Живухина Е.А.. Биотехнология: теория и практика. // М.: ОНИКС, 2009.
7. Биотехнология. Под ред. Егорова Н.С., Самуилова В.Д. В 8-ми книгах. // М.: Высшая школа, 1987.
8. Гусев М.В., Минеева Л.А. Микробиология. // М.: Изд. центр "Академия". 2003.
9. Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика. // Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2006.
10. Леск А. Введение в биоинформатику. // М.: Бином, 2013.
11. Лукашов В. В. Молекулярная эволюция и филогенетический анализ. // М.: Бином. 2009.
12. Льюин Б. Гены // М.: Бином, 2011.
13. Льюин Б., Кассимерис Л., Лингаппа В.Р., Плоппер Д. Клетки. // Бином. М: 2011.
14. Молекулярная биология. Структура и биосинтез нуклеиновых кислот. под. ред. А.С. Спирина. // М.: Высшая Школа, 1990.
15. Нельсон Д., Кокс М. Основы биохимии Ленинджера. Том 1-3. // М.: Бином. 2012-2015.
16. Нолтинг Б. Новейшие методы исследования биосистем. // М.: Техносфера, 2005.
17. Овчинников Ю.А. Биоорганическая химия. // М.: Просвещение. 1987.
18. Остерман Л.А. Методы исследования белков и нуклеиновых кислот. // М.: МЦНМО. 2002.
19. Тарантул В.З. Толковый биотехнологический словарь. // М.: Языки славянских культур. 2009.
20. Тиноко И., Зауэр К., Вэнг Дж., Пачлиси Дж. Физическая химия. Принципы и применение в биотехнологических науках. // М.: Техносфера. 2005.
21. Уилсон К., Уолкер Дж. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии. // М.: Бином. 2013.
22. Фрешни Р.Я. Культура животных клеток. Практическое руководство. // М.: Бином. 2011.
23. Шлегель Г. Общая микробиология. // М.: Мир. 1987.
24. Щелкунов С.Н. Генетическая инженерия. // Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2006.

25. Комов В.П., Шведова В.Н. Биохимия. // М.: Дрофа. 2004.
26. Эллиот В., Эллиот Д. Биохимия и молекулярная биология. // М.: Маттерна-альфа. 2000.
27. Кольман Я., Рём К.-Г. Наглядная биохимия. // М.: Бином. 2011.
28. Шмид Рольф. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия / Шмид Р. ;  
Виноградова А.А. и Синюшин А.А. (пер. с нем.) ; Мосолова Т.П. и Синюшин А.А. (ред.). —  
М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2014. — 324 с. : ил. — Пер. изд.: Taschenatlas der Biotechnologie und  
Gentechnik / Schmid Rolf D. — 2. Aufl. Weinheim : Wiley-VCH, cop. 2006. Библиогр.: с. 294-316.  
Указ. микроорганизмов: с. 318-320.

### Дополнительная литература

Базовые журналы:

1. Биотехнология
2. Биоорганическая химия
3. Биохимия
4. Генетика
5. Молекулярная биология
6. Доклады Российской академии наук
7. Известия РАН, серия Биологическая
8. Успехи современной биологии
9. Технологии живых систем
10. Acta Naturae
11. Nature
12. Science

Доступны также следующие информационные ресурсы:

№	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность (количество точек доступа)
1	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>	Электронная научная библиотека, поддерживаемая Российским фондом фундаментальных исследований	274
2	<a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed</a>	Поисковая система по биомедицинской литературе	274
3	<a href="http://www.oxfordjournals.org">http://www.oxfordjournals.org</a>	Архив научных журналов издательства Oxford University Press	274
4	<a href="http://www.nature.com/nature">http://www.nature.com/nature</a>	Nature	274
5	<a href="http://www.nature.com/methods">http://www.nature.com/methods</a>	Nature Methods	274
6	<a href="http://www.nature.com/biotechnology">http://www.nature.com/biotechnology</a>	Nature Biotechnology	274
7	<a href="http://www.pubs.acs.org">http://www.pubs.acs.org</a>	American Chemical Society	274
8	<a href="http://www.sciencedirect.com/science">http://www.sciencedirect.com/science</a>	ScienceDirect. База журналов издательства Elsevier	274

№	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность (количество точек доступа)
9	<a href="http://www.springerlink.com">http://www.springerlink.com</a>	SpringerLink. База журналов издательства Springer	274
10	<a href="http://www.elsevier.com">http://www.elsevier.com</a>	Elsevier Поисковая система публикаций	274
11	<a href="http://www.springer.com">http://www.springer.com</a>	Springer Поисковая система публикаций	274
12	<a href="http://onlinelibrary.wiley.com/">http://onlinelibrary.wiley.com/</a>	Wiley Электронная библиотека	274
13	<a href="http://www.annualreviews.org/">http://www.annualreviews.org/</a>	Annual Reviews Sciences Collection	274
14	<a href="http://www.sciencemag.org/journals">http://www.sciencemag.org/journals</a>	Science/AAAS	274
15	<a href="http://www.tandf.co.uk/journals/">http://www.tandf.co.uk/journals/</a>	Taylor@Francis	274

### **Х. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

В профильных лабораториях (белковой инженерии, регуляции экспрессии генов микроорганизмов, молекулярной диагностики) имеется следующее оборудование: компьютеры в комплекте, шкафы вытяжные, рН-метры настольные, камеры для электрофореза, центрифуги, бидистилляторы, сосуды Дюара, ламинарные шкафы, микроскопы инвертированные и бинокулярные, холодильники и кельвинаторы, термостаты, центрифуги, СО<sub>2</sub>-инкубаторы, ДНК-амплификаторы, в том числе для ПЦР в реальном времени, проточный цитофлюориметр Assigri C6, хроматографическая система АКТАexplorer, лиофильная сушка, микропланшетные фотометры, люминометры и флюориметры, спектрофотометры, системы гель документирования.

Научно вспомогательные подразделения Института и центр коллективного пользования «Центр клеточных и генных технологий» оснащены конфокальным микроскопом LSM 510 META, микроинъектором FemtoJet, микродиссектором PALM, моечным и стерилизационным оборудованием.