Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Максимов Алексей Борисович
Должность: директор департамента по образовательной политике
Дата подписания: 22.09.2026 01:40:29
Уникальный программный ключ:
8db180d1a3f02ac9e60521a5672742735c18b1d6

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(МОСКОВСКИЙ ПОЛИТЕХ)
Факультет химической технологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ
Декан
_____ / А.С. Соколов /
«26» февраля 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

КЛЕТОЧНАЯ И БЕЛКОВАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

Направление подготовки
19.04.01 «Биотехнология»

Профиль
«Промышленная биотехнология и биоинженерия»

Квалификация (степень) выпускника
Магистр

Форма обучения
Очная

Москва, 2026 г.

Разработчик(и):

Доцент, к.б.н. /А.М. Камионская /

Согласовано:
Заведующий кафедрой

Профессор, д.с.-х.н. /Н.В. Мясищева/

Содержание

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине 4
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы 5
3. Структура и содержание дисциплины 5
4. Учебно-методическое и информационное обеспечение 8
5. Материально-техническое обеспечение 9
6. Методические рекомендации 10
7. Фонд оценочных средств 11

1. Цели, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

К основным целям освоения дисциплины «Клеточная и белковая инженерия» следует отнести:

– формирование у магистров необходимых базовых теоретических и практических знаний и приобретение умений и навыков в области клеточной инженерии;

– формирование знаний о методах культивирования животных и растительных клеток;

– формирование знаний о практическом использовании клеточных культур и перспективах развития различных направлений клеточной инженерии;

– формирование профессиональных компетенций, позволяющих обеспечить выполнение требований ФГОС ВО с учетом особенностей научно-образовательной школы Университета;

– обеспечение актуальных потребностей рынка труда в кадрах с высшим образованием.

К задачам изучения дисциплины следует отнести:

– формирование знаний о современном технологическом обеспечении для работы с культурами животных и растительных клеток;

– приобретение студентом практических знаний и навыков, необходимых будущему специалисту для обоснованных решений, при организации и проведении биотехнологических процессов в будущей профессиональной деятельности.

Обучение по дисциплине «Клеточная и белковая инженерия» направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование компетенций	Индикаторы достижения компетенции
ПК-5 Способен проводить биотехнологический процесс с использованием культур микроорганизмов, клеточных культур растений и животных, вирусов	ИПК-5.1 Знает методы получения продукта биотехнологии; способы культивирования микроорганизмов; правила эксплуатации биотехнологического оборудования; методы фильтрации, сепарации, центрифугирования, отстаивания, флотации или коагуляции; химические и биохимические методы очистки продукта; требования охраны труда; технологические инструкции по производству БАВ ИПК-5.2 Умеет производить работы по размножению и выращиванию посевного материала для биотехнологического процесса получения БАВ; производить отбор образцов культуральной жидкости для биохимического и микробиологического контроля; осуществлять разделение культуральной жидкости и биомассы различными методами; производить работы по разрушению клеточной оболочки и

	выделению целевого продукта биотехнологического производства; применять экстракционные и ионообменные методы для очистки целевого продукта биотехнологического производства от примесей; обеспечивать выполнение процессов гранулирования, дражирования и таблетирования готовой продукции ИПК-5.3 Владеет методами культивирования микроорганизмов-продуцентов, клеточных культур животных и растений, вирусов; сепарации культуральной жидкости и биомассы для проведения биотехнологического процесса; выделения продукта биосинтеза и проведение очистки и концентрирования; получения готовой формы ферментных препаратов, пробиотиков, пребиотиков, лекарственных средств, вакцин, биоудобрений

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Клеточная и белковая инженерия» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 «Дисциплины (модули)».

Дисциплина «Клеточная и белковая инженерия» взаимосвязана логически и содержательно-методически со следующими дисциплинами и практиками ОПОП:

В части, формируемой участниками образовательных отношений (Б1.2)

Б1.2.2 Новейшие методы изыскания антибиотиков

Б1.2.8 Вирусология

В Элективной части (Б1.2.ЭД.1)

Б1.2.ЭД.1.2 Фармацевтическая биотехнология

Б1.2.ЭД.1.1 Правила надлежащей производственной практики

В Элективной части (Б1.2.ЭД.2)

Б1.2.ЭД.2.1 Скрининг продуцентов биотехнологии

В Элективной части (Б1.2.ЭД.3)

Б1.2.ЭД.3.2 Методы конструирования плазмидных и вирусных векторов

3. Структура и содержание дисциплины

Дисциплина «Клеточная и белковая инженерия» изучается на первом курсе. Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зачетных единицы, т.е. 72 академических часа (из них 40 часов – самостоятельная работа студентов).

1 семестр: лекции – 1 час в неделю (16 часов), практические занятия – 1 час в неделю (16 часов), форма контроля – зачет.

3.1 Виды учебной работы и трудоемкость

(по формам обучения)

3.1.1. Очная форма обучения

№ п/п	Вид учебной работы	Количество часов	Семестры
			1
1	**Аудиторные занятия**	**32**	32
	В том числе:		
1.1	Лекции	16	16
1.2	Семинарские/практические занятия	-	-
1.3	Лабораторные занятия	16	16
2	**Самостоятельная работа**	**40**	40
3	**Промежуточная аттестация**		
	Зачет/диф.зачет/экзамен	**Зачет**	
	Итого	**72**	

3.2 Тематический план изучения дисциплины

(по формам обучения)

3.2.1. Очная форма обучения

№ п/п	Разделы/темы дисциплины	Трудоемкость, час					
		Всего	Аудиторная работа				Самостоятельная работа
			Лекции	Семинарские/ практические	Лабораторные занятия	Практическая подготовка	
1	История культивирования клеток растений и животных	3	1		-		2
2	Введение клеток в культуру, питательные среды и условия культивирования	8	2		2		4
3	Культуры клеток человека. Стволовые клетки	7	1		2		4
4	Культивирование тканей органов. Механизм слияния клеток. Получение гибридом. Банки клеточных линий	4	2		-		2
5	История и методы клонирования животных. Создание химер	3	1		-		2
6	Принципы микроклонального размножения растений	7	1		2		4
7	Факторы, влияющие на клональное микроразмножение растений. Клональное микроразмножение декоративных, плодово-ягодных и хвойных	3	1		-		2
8	Каллусные ткани. Факторы, влияющие на морфогенез каллусной ткани.	7	1		2		4
9	Способы получения и	7	1		2		4

	культивирования каллусной ткани. Практическое ее применение. Морфогенез каллусной ткани.						
10	Суспензионные растительные культуры	3	1		-		2
11	Получение гаплоидных растений in vitro и использование их в селекции	3	1		-		2
12	Культура протопластов	5	1		2		2
13	Клеточная и тканевая селекция растений на устойчивость к биотическим факторам. Достижения клеточной биотехнологии в растениеводстве.	9	1		4		4
14	Биоэтика и перспективы развития клеточной инженерии	3	1		-		2
Итого		72	16		16		40

3.3 Содержание дисциплины

Аудиторные занятия проводятся в виде лекционных занятий с обучающимися, которые заранее предварительно знакомятся с материалом с использованием рекомендуемой литературой.

1. История культивирования клеток растений и животных

Определение клеточной инженерии. Основные направления использования клеточных культур. Этапы развития клеточной инженерии. Исторические этапы в культивировании клеток растений и животных.

2. Введение клеток в культуру, питательные среды и условия культивирования

Преимущества и недостатки клеточной и органной культур. Постоянная клеточная культура. Кривая роста животных клеток в культуре. Основные питательные среды для культивирования животных клеток. Основные питательные среды для культивирования растительных клеток. Системы культивирования клеток.

3. Культуры клеток человека. Стволовые клетки

Типы клеток, доступные для культивирования в настоящее время. Культура фибробластов как объект исследования. Иерархия стволовых клеток. Характеристика эмбриональных стволовых клеток, свойство тотипотентности. Перспективы и проблемы использования стволовых клеток.

4. Культивирование тканей органов Механизм слияния клеток. Получение гибридом. Банки клеточных линий

Особенности органной культуры *in vitro*. Методы культивирования органных культур. Метод часовых стѐкол, разработанный Феллом и Робинсоном. Метод висячей капли (Максимов) по Харди. Методы иммунизации животных с целью получения гибридом. Подготовка клеток к слиянию, компоненты среды. Механизм слияния клеток. Отбор продуцирующих специфические антитела клонов. Методы клонирования и реклонирования. Банки данных по гибридомам.

5. История и методы клонирования животных. Создание химер

Подготовка клеток для клонирования. История и методы клонирования животных. Опыты Смита и Уилмута. История получения и методы создания химер.

6. Принципы микроклонального размножения растений

Методы и техника микроклонального размножения. Введение в культуру, методы стерилизации. Преимущества микроклонального размножения. Получение безвирусного посадочного материала.

7. Факторы, влияющие на клональное микроразмножение растений. Клональное микроразмножение декоративных, плодово-ягодных и хвойных

Генетические и физиологические факторы. Факторы гормональной и негормональной природы. Физические факторы.

8 Каллусные ткани

Характеристика каллусных тканей растений. Субкультивирование каллусной ткани. Методы регенерации каллусных тканей.

9. Способы получения и культивирования каллусной ткани.

Способы получения каллусной ткани. Культивирование каллусной ткани в условиях in vitro. Особенности каллусных клеток. Генетика каллусных клеток. Гормононезависимые растительные ткани.

10. Суспензионные растительные культуры

Морфологические характеристики суспензионной клеточной культуры. Методы получения и культивирования суспензионных культур. Параметры оценки роста суспензионной культуры.

11. Получение гаплоидных растений in vitro и использование их в селекции

Значение гаплоидии в селекции растений. Методы создания гаплоидных растений. Факторы, влияющие на получение гаплоидных растений in vitro.

12. Культура протопластов

Метод получения протопластов. Ферменты для выделения. Методы культивирования протопластов. Слияние протопластов, методы регенерации. Направления использования протопластов.

13. Методы генетической трансформации клеток.

Особенности трансформации эукариотических клеток. Векторы для трансформации. Трансфекция. Агробактериальная трансформация растений, биобаллистика, электропорация.

14. Биоэтика и перспективы развития клеточной инженерии

Основные проблемы биоэтики клеточной инженерии. ЭКО, суррогатное материнство, терапевтическое и репродуктивное клонирование, стволовые клетки и трансплантология. Генетически модифицированные и редакированные растения.

3.4 Тематика семинарских/практических и лабораторных занятий

3.4.2. Лабораторные занятия

- Введение клеток в культуру, питательные среды и условия культивирования.
- Культуры клеток человека. Стволовые клетки. Моноклональные антитела.
- Микроклональное размножение растений. Получение каллусных культур.
- Выделение протопластов.
- Методы генетической трансформации клеток.

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение

4.1 Основная литература

1. Калашникова, Е. А. Клеточная инженерия растений : учебник и практикум для вузов / Е. А. Калашникова. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2026. — 315 с. — (Высшее

образование). — ISBN 978-5-534-20391-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/584946 (дата обращения: 27.07.2026).

2. Биотехнология : учебник и практикум для вузов / под редакцией Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 384 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-16026-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/567470 (дата обращения: 27.07.2026).

4.2 Дополнительная литература

Основы биотехнологии : учебник и практикум для среднего профессионального образования / под редакцией Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. — 4-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 384 с. — (Профессиональное образование). — ISBN 978-5-534-16028-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: https://urait.ru/bcode/567476 (дата обращения: 23.06.2026).

4.3 Электронные образовательные ресурсы

ЭОР по дисциплине не разработаны.

4.4 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

Не предусмотрено

4.5 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. www.elibrary.ru – научная электронная библиотека
2. http://www1.fips.ru/wps/wcm/connect/content_ru/ru - РОСПАТЕНТ
3. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/ National Center for Biotechnology Information
4. https://urait.ru/

5. Материально-техническое обеспечение

Аудиторный фонд, включая аудитории, оснащенные проекторами и компьютерами; электронные ресурсы, в том числе для проведения компьютерных тестирований; учебная литература.

Лекционная аудитория кафедры «Химбиотех» Ав5505. 115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1. Оснащение: Столы учебные, стулья, аудиторная доска, мультимедийный комплекс (переносной проектор, ноутбук). Рабочее место преподавателя: стол, стул.

Лаборатория кафедры «Химбиотех» Ав5204. 115280, г. Москва, ул. Автозаводская, д. 16 стр. 1. Оснащение: лабораторные столы, вытяжной шкаф, ламинарный бокс для стерильных работ, микробиореактор Homunculus, мобильная компрессорная станция, центрифуга медицинская лабораторная, весы аналитические Ohaus, высокоскоростной шейкер MPS-1, миниротатор Bio RS-24, миницентрифуга MicroSpin, высокоскоростная, миницентрифуга-вортекс MicroSpin FM-2400, персональный вортекс для пробирок V-1 plus, проточный бактерицидный рециркулятор воздуха UVR-M, pH-метр стационарный FE20- kit, ротор R-2 для двух 96-луночных планшетов, ротор с алюминиевыми адапторами на 6 мест для 50 мл пробирок, термостат СР-100 с функцией нагрева и охлаждения, термостат цифровой TDB-120 типа “dry block”, термошейкер для 2 планшетов PST-60HL с греющей крышкой и платформой, холодильники.

Занятия проводятся в аудиториях и лабораториях Института биоинженерии им. К. Г. Скрябина «ФИЦ Биотехнологии РАН».

6. Методические рекомендации

6.1 Методические рекомендации для преподавателя по организации обучения

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на практическое или лабораторное занятие и указания на самостоятельную работу.

Студентам, пропустившим занятия (независимо от причин), не имеющие письменного решения задач или не подготовившиеся к данному практическому занятию, рекомендуется не позже, чем в 2-недельный срок явиться на консультацию к преподавателю и отчитаться по теме, изучаемой на занятии. Студенты, не отчитавшиеся по каждой не проработанной ими на занятиях теме к началу зачетной сессии, упускают возможность получить положенные баллы за работу в соответствующем семестре.

6.2 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина «Клеточная и белковая инженерия» предусматривает лекции и практические/лабораторные занятия каждую неделю. Изучение дисциплины завершается зачетом. Успешное изучение дисциплины требует посещения лекций, активной работы на практических и лабораторных занятиях, выполнения учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

При подготовке к лекционным занятиям студентам необходимо перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам. Если разобраться в материале опять не удалось, то обратитесь к лектору (по графику его консультаций) или к преподавателю на практических занятиях.

Практические/лабораторные занятия завершают изучение наиболее важных тем учебной дисциплины. Они служат для закрепления изученного материала, развития умений и навыков подготовки докладов, сообщений, приобретения опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, аргументации и защиты выдвигаемых положений, навыков практической работы в лаборатории биотехнологии, а также для контроля преподавателем степени подготовленности студентов по изучаемой дисциплине.

При подготовке к практическому/лабораторному занятию студенты имеют возможность воспользоваться консультациями преподавателя.

При подготовке к практическим занятиям студентам необходимо:

– приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;

– до очередного практического занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей темы занятия; повторить проведенные инструктажи по технике безопасности;

– в начале занятий задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задач, заданных для самостоятельного решения;

– в ходе семинара давать конкретные, четкие ответы по существу вопросов;

–на занятии доводить каждую задачу до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов (анализов, ситуаций), в случае затруднений обращаться к преподавателю.

7. Фонд оценочных средств

7.1 Методы контроля и оценивания результатов обучения

Методика преподавания дисциплины предусматривает проведение групповых лекционных и лабораторных занятий.

Текущий контроль успеваемости проводится следующими средствами:

- доклад и обсуждение на практических занятиях, проводимых в форме коллоквиума;
- устный опрос;
- тестирование.

Форма аттестации – зачет.

Самостоятельная работа студента предполагает проработку и углубление знаний основных разделов теории и практики с использованием дополнительной литературы и Интернет-ресурсов. При самостоятельном выполнении различных видов заданий студент учится принимать решения, разбирать и изучать новый материал, работать с источниками научной информации.

7.2 Шкала и критерии оценивания результатов обучения

Показателем оценивания компетенций на различных этапах их формирования является достижение обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю).

Оценка	**Количество баллов**
отлично	от 81 до 100
хорошо	от 61 до 80
удовлетворительно	от 41 до 60
неудовлетворительно	40 и менее

7.3 Оценочные средства

7.3.1. Текущий контроль

Темы для устных опросов

1. Культура клеток человека.
2. Органная культура.
3. Химеры. Методы создания химер.
4. Гибридомная технология.
5. Клонирование животных. Клонирование млекопитающих.
6. Биоэтические проблемы, связанные с клонированием.
7. Каллусная культура.
8. Суспензионная культура.
9. Культуры гаплоидных клеток.
10. Использование культуры растительных клеток, как источника вторичных метаболитов.
11. Протопласты. Получение. Слияние. Использование.

Примерные вопросы к зачету

Клеточные технологии и генетическое разнообразие.

Научные задачи и роль клеточной инженерии в практической деятельности человека.

Социальные, этические и научные проблемы, порождаемые клеточными технологиями микроорганизмов, растений, животных и человека.

История и перспективы развития клеточных биотехнологий.

Перспективы развития клеточной инженерии для теории и практического применения.

Роль тотипотентности половых и соматических клеток.

Гибридизация соматических клеток как основа клеточной инженерии. Возможности и ограничения метода гибридизации клеток.

Гибридомы (история открытия, способы получения и культивирования).

Особенности культивирования клеток высших организмов применительно к гибридным и реконструированным клеткам.

Специфика, преимущества, возможности и проблемы клеточной инженерии растений по сравнению с инженерией животных клеток.

Биотехнологии на основе трансплантации эмбрионов. Научные, этические и экономические проблемы эмбриоинженерии.

Преждевременная конденсация хромосом и ее практическое использование. Элиминация и сегрегация хромосом в клеточных гибридах.

Клонирование высших организмов. Технологии и биоэтика.

Какова схема получения микроклонов в культуре in vitro

Дайте определение понятию тотипотентности растительных клеток

Чем занимается клеточная инженерия, для каких областей науки и производства нужны эти методы?

Что такое каллусная ткань?

Перечислите стерилизующие агенты для растительной ткани.

Какой подход Вы бы применили для создания растений, устойчивых к высоким концентрациям солей и тяжелых металлов?

Перечислите известные классы фитогормонов и их действие в культуре тканей растения.
Биотехнологии на основе изолированных протопластов. Выделение, культивирование и использование протопластов. Способы фракционирования клеток и протопластов.
Явление сомаклональной изменчивости и его использование в практике.
Сохранение генофонда организмов (коллекции и генные банки). Банки зародышевой плазмы и проблема сохранения биоразнообразия
Соматический эмбриогенез, регенерация растений и их использование.
Органогенез растений in vitro. Андроклиния и ее использование в практической селекции растений. Культуры микроспор и пыльников.
Получение безвирусного посадочного материала.
Культивируемые клетки растений как продуценты биологически активных веществ, их преимущества по сравнению с целыми растениями.
Ауксины: содержание в растениях, химическая природа, пути биосинтеза и инактивации, транспорт по растению. Физиологические эффекты ауксинов. Цитокинины: содержание в растениях, химическая природа. Физиологические эффекты цитокининов.
Взаимодействие фитогормонов. Практическое применение ауксина и его синтетических аналогов, гиббереллинов, цитокининов. Питательные среды для культивирования растительных клеток и тканей.

7.3.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация обучающихся в форме зачёта проводится по результатам выполнения всех видов учебной работы, предусмотренных учебным планом по данной дисциплине (модулю), при этом учитываются результаты текущего контроля успеваемости в течение семестра. Оценка степени достижения обучающимися планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю) проводится преподавателем, ведущим занятия по дисциплине (модулю) методом экспертной оценки. По итогам промежуточной аттестации по дисциплине (модулю) выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

К промежуточной аттестации допускаются только студенты, выполнившие все виды учебной работы, предусмотренные рабочей программой по дисциплине «Клеточная и белковая инженерия».

Шкала оценивания	**Описание**
Зачтено	Выполнены все виды учебной работы, предусмотренные учебным планом. Студент демонстрирует соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, оперирует приобретенными знаниями, умениями, навыками, применяет их в ситуациях повышенной сложности. При этом могут быть допущены незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
Не зачтено	Не выполнен один или более видов учебной работы, предусмотренных учебным планом. Студент демонстрирует неполное соответствие знаний, умений, навыков приведенным в таблицах показателей, допускаются значительные ошибки, проявляется отсутствие знаний, умений, навыков по ряду показателей, студент испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.