

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Пекаревский Борис Владимирович
Должность: Проректор по учебной и методической работе
Дата подписания: 04.04.2025 13:49:35
Уникальный программный ключ:
3b89716a1076b80b2c167df0f27c09d01782ba84



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский государственный технологический институт
(технический университет)»

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
и методической работе
_____ Б.В.Пекаревский
«24» февраля 2025 г.

Рабочая программа дисциплины
БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Направление подготовки

04.04.01 Химия

Направленность программы магистратуры

**Химия биологических систем, фармацевтических субстанций и
биологически активных соединений**

Квалификация

Магистр

Форма обучения

Очная

Факультет **Химической и биотехнологии**

Кафедра **молекулярной биотехнологии**

Санкт-Петербург

2025

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Должность разработчика	Подпись	Ученое звание, фамилия, инициалы
Доцент		Рутто К.В.

Рабочая программа дисциплины «Биотехнологические системы» обсуждена на заседании кафедры молекулярной биотехнологии

протокол от «14» февраля 2025 № 10

Заведующий кафедрой

Д.О. Виноходов

Одобрено учебно-методической комиссией факультета химической и биотехнологии
протокол от «20» февраля 2025 № 7

Председатель

М.В. Рутто

СОГЛАСОВАНО

Руководитель направления подготовки «Химия»		С.Г. Изотова
Директор библиотеки		Т.Н.Старостенко
Начальник методического отдела учебно-методического управления		М.З.Труханович
Начальник учебно-методического управления		С.Н.Денисенко

СОДЕРЖАНИЕ

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	04
2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.....	05
3. Объем дисциплины	05
4. Содержание дисциплины	
4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.....	06
4.2. Занятия лекционного типа.....	06
4.3. Занятия семинарского типа.....	08
4.3.1. Семинары, практические занятия	08
4.3.2. Лабораторные работы.....	10
4.4. Самостоятельная работа.....	11
4.5. Индивидуальные задания.....	12
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	12
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.....	13
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	13
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	14
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.....	14
10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.....	15
10.1. Информационные технологии.....	15
10.2. Программное обеспечение.....	15
10.3. Информационные справочные системы.....	15
11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.....	15
12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья	15

Приложения: 1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации.

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

В результате освоения образовательной программы магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)
ПК-5 Способен использовать основные физико-химические, химические и биохимические методы для исследования, разработки и контроля качества фармацевтических субстанций, биологически активных соединений	ПК-5.4 Способность самостоятельно получать, поддерживать, анализировать и применять клеточные линии, демонстрируя понимание принципов работы с культурами клеток и применения различных методов для получения клеточных линий.	Знать: Химический состав питательных сред, роль макро- и микроэлементов в клеточном метаболизме. Принципы работы с клеточными культурами (первичные, трансформированные, стволовые клетки). Методы анализа жизнеспособности, пролиферации и метаболической активности клеток (МТТ-тест, проточная цитометрия, ВЭЖХ) Уметь: подготавливать и оптимизировать питательные среды для различных типов клеточных культур. Проводить химический и биохимический анализ клеточных культур (определение метаболитов, оценка токсичности веществ). Интерпретировать экспериментальные данные для оценки влияния химических факторов на рост и дифференцировку клеток. Применять методы криоконсервации и восстановления клеточных линий Владеть: Навыками работы с оборудованием для культивирования (CO₂ - инкубаторы, ламинарные боксы). Техниками химического и биохимического анализа (спектрофотометрия, хроматография, иммуноферментный анализ)

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Биотехнологические системы» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины» образовательной программы магистратуры (Б1.В.07) и изучается на 1 курсе во 2 семестре.

В методическом плане дисциплина опирается на элементы компетенций, сформированные при изучении дисциплин «Химия БАВ и лекарственных препаратов», «Моделирование биологической активности химических веществ», «Биоинформатики», «Биологические системы», «Иммунобиохимия». Полученные в процессе изучения дисциплины «Биотехнологические системы» знания, умения и навыки могут быть использованы в научно-исследовательской работе магистра и при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. Объем дисциплины.

Вид учебной работы	Всего, ЗЕ/академ. часов
Общая трудоемкость дисциплины (зачетных единиц/ академических часов)	3/108
Контактная работа с преподавателем:	50
занятия лекционного типа	16
занятия семинарского типа, в т.ч.	32
семинары, практические занятия (в том числе практическая подготовка)	16
лабораторные работы (в том числе практическая подготовка)	16 (2)
курсовое проектирование (КР или КП)	-
КСР	2
другие виды контактной работы	-
Самостоятельная работа	58
Форма текущего контроля (Кр, реферат, РГР, эссе)	-
Форма промежуточной аттестации (КР, КП, зачет, экзамен)	зачет

4. Содержание дисциплины.

4.1. Разделы дисциплины и виды занятий.

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Занятия лекционного типа, акад. часы	Занятия семинарского типа, академ. часы		Самостоятельная работа, акад. Часы	Формируемые компетенции	Формулируемые индикаторы
			Семинары и/или практические занятия	Лабораторные работы			
1.	Введение в культивирование клеток. Типы клеточных культур	2	2	-	11	ПК-5	ПК-5.4
2.	Химический состав питательных сред и роль компонентов	2	2	-	8	ПК-5	ПК-5.4
3.	Оборудование для культивирования клеток. Асептика и безопасность	2	2	4	5	ПК-5	ПК-5.4
4.	Принципы работы с культурами клеток	2	2	4	12	ПК-5	ПК-5.4
5.	Криоконсервация и восстановление клеточных линий	2	2	4	6	ПК-5	ПК-5.4
6.	Оценка жизнеспособности и пролиферации клеток	2	2	4	4	ПК-5	ПК-5.4
7.	Промышленное культивирование клеток	2	2	-	6	ПК-5	ПК-5.4
8.	Методы анализа клеточных культур	2	2	-	6	ПК-5	ПК-5.4

4.2. Занятия лекционного типа.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы	Инновационная форма
1	<u>Введение в культивирование клеток. Типы клеточных культур.</u> История развития методов культивирования клеток животных и человека: от первых опытов до современных технологий. Основные понятия: клеточная линия, клон, штамм. Первичные клеточные культуры: получение, особенности роста, ограничения применения. Трансформированные клеточные линии: происхождение, преимущества и недостатки. Стволовые клетки: типы, особенности культивирования, перспективы использования.	2	ЛВ
2	<u>Химический состав питательных сред и роль компонентов.</u> Основные компоненты питательных сред:	2	ЛВ

	аминокислоты, витамины, соли, глюкоза. Роль макро- и микроэлементов (калия, натрия, кальция, магния, железа, цинка, селена) в клеточном метаболизме. Сыворотка: состав, функции, альтернативы. Факторы роста (EGF, FGF, PDGF, NGF) и их роль в регуляции клеточной пролиферации и дифференцировки. Принципы приготовления питательных сред: выбор компонентов, стерилизация, контроль pH. Оптимизация питательных сред для различных типов клеточных культур.		
3	<u>Оборудование для культивирования клеток. Асептика и безопасность.</u> Ламинарные боксы: типы, принципы работы, правила эксплуатации. CO ₂ -инкубаторы: поддержание температуры, влажности и концентрации CO ₂ . Автоклавы: стерилизация оборудования и сред. Микроскопы: контроль морфологии и состояния клеток. Асептика и антисептика. Биологическая безопасность.	2	ЛВ
4	<u>Принципы работы с культурами клеток.</u> Адгезионные и суспензионные культуры: особенности культивирования, преимущества и недостатки. Методы культивирования: периодическое, полунепрерывное, непрерывное (хемостат, турбидостат). Параметры культивирования: температура, pH, концентрация CO ₂ , влажность. Контроль контаминации: источники, методы профилактики и обнаружения. Техника работы в ламинарном боксе.	2	ЛВ
5	<u>Криоконсервация и восстановление клеточных линий.</u> Принципы криоконсервации: предотвращение образования кристаллов льда, использование криопротекторов (DMSO, глицерин). Протоколы криоконсервации различных типов клеток. Размораживание клеток: оптимальные условия, оценка жизнеспособности. Хранение клеточных линий в жидком азоте.	2	ЛВ
6	<u>Оценка жизнеспособности и пролиферации клеток.</u> Методы подсчета клеток. Оценка жизнеспособности и анализ пролиферации: окрашивание трипановым синим, МТТ-тест, WST-1 тест, резазурин тест и др.	2	ЛВ
7	<u>Промышленное культивирование клеток.</u> Типы биореакторов, принципы работы, преимущества и недостатки. Параметры культивирования в биореакторах: контроль температуры, pH, растворенного кислорода, перемешивания. Автоматизация процессов	2	ЛВ

	культивирования и мониторинга. Примеры промышленных процессов культивирования клеток для производства биофармацевтических препаратов (антитела, рекомбинантные белки).		
8	<u>Методы анализа клеточных культур.</u> Спектрофотометрия, ИФА, ВЭЖХ, масс-спектрометрия, проточная цитометрия.	2	ЛВ

4.3. Занятия семинарского типа.

4.3.1. Семинары, практические занятия.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
1	<u>Коллекции клеточных культур.</u> Обзор крупных коллекций клеточных культур ATCC, ECACC и др.	2	-	РД
2	<u>Анализ компонентов питательных сред и их влияние на рост клеток</u> Разбор конкретных рецептов питательных сред (DMEM, RPMI 1640, MEM). Расчет концентраций компонентов питательных сред. Составление рецептуры питательной среды для конкретной клеточной линии (например, CHO, HEK293, HeLa). Оптимизация состава питательной среды для повышения продуктивности клеток.	2	-	РД
3	<u>Влияние химических факторов на клетки.</u> Влияние факторов роста, цитокинов и гормонов на клетки. Механизмы действия сигнальных молекул. Интерпретация данных о токсичности веществ на клеточных культурах. Использование клеточных культур для скрининга лекарственных препаратов.	2	-	РД
4	<u>Диагностика проблем с клеточной культурой.</u> Анализ кривых роста: Фазы роста клеток (лаг-фаза, экспоненциальная	2	-	РД

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
	фаза, стационарная фаза, фаза). Проблемные ситуаций в культивировании клеток: контаминация, медленный рост, изменение фенотипа и др. Алгоритм действий для каждой ситуации (изоляция культуры, дезинфекция оборудования, изменение состава среды и др).			
5	<u>Криоконсервация: практические аспекты.</u> Протоколы криоконсервации и размораживания различных типов клеток. Расчет концентрации криопротекторов, определение оптимальной скорости замораживания. Факторы, влияющие на жизнеспособность клеток после криоконсервации. Моделирование процесса криоконсервации и размораживания.	2	-	РД
6	<u>Оценка жизнеспособности и пролиферации: Анализ данных и выбор метода</u> Анализ данных, полученных с помощью окрашивания трипановым синим, МТТ-теста, WST-1 теста, резазурин теста. Расчет концентрации живых и мертвых клеток, скорости пролиферации. Преимущества и недостатки различных методов оценки жизнеспособности и пролиферации. Выбор оптимального метода оценки жизнеспособности и пролиферации для конкретной клеточной линии и цели исследования.	2	-	РД

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Инновационная форма
		всего	в том числе на практическую подготовку	
7	<u>Масштабирование клеточных культур: планирование промышленного процесса.</u> Обзор промышленных процессов культивирования клеток для производства биофармацевтических препаратов. Разработка плана промышленного процесса культивирования клеток для производства конкретного продукта (антитела, рекомбинантный белок).	2	-	РД
8	<u>Методы анализа клеточных культур: Выбор и интерпретация</u> Принципы работы спектрофотометрии, ИФА, ВЭЖХ, масс-спектрометрии, проточной цитометрии. Выбор метода анализа для определения концентрации белка, изучения клеточного цикла, оценки экспрессии генов. Разработка плана эксперимента с использованием различных методов анализа клеточных культур.	2	-	РД

4.3.2. Лабораторные работы.

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
		Всего	В том числе на практическую подготовку	
1	<u>Работа в ламинарном боксе: правила асептики.</u> Подготовка ламинарного бокса: дезинфекция поверхности, включение УФ-лампы. Размещение необходимых материалов в боксе (пипетки, флаконы, среды). Соблюдение правил работы в боксе: движение рук, работа с открытыми емкостями. Утилизация отходов. Дезинфекция бокса после работы.	4	-	

№ раздела дисциплины	Наименование темы и краткое содержание занятия	Объем, акад. часы		Примечания
		Всего	В том числе на практическую подготовку	
2	<u>Размораживание и посев клеток.</u> Размораживание криоконсервированных клеток и высев их в культуральные флаконы для дальнейшего культивирования.	4	-	
3	<u>Подсчет клеток и оценка жизнеспособности (трипановый синий)</u> Смешивание клеточной суспензии с трипановым синим. Подсчет живых (не окрашенных) и мертвых (окрашенных) клеток под микроскопом в камере Горяева. Расчет концентрации клеток и процента жизнеспособных клеток.	4	1	
4	<u>Пересев клеточной культуры.</u> Приготовление полной питательной среды для поддержания роста клеточных культур. Техника пересева клеточной культуры для поддержания ее роста и предотвращения переуплотнения.	4	1	

По итогам выполнения лабораторной работы оформляется отчет.

4.4. Самостоятельная работа обучающихся

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
1	Этические аспекты работы с клеточными культурами, полученными из различных источников.	5	Индивидуальное задание
1	Альтернативные методы получения первичных клеточных культур, не связанные с использованием животных (например, получение культур из биопсий человека)	6	Индивидуальное задание
2	Разработка бессывороточных питательных сред для конкретных типов клеток: принципы и примеры.	4	Индивидуальное задание

№ раздела дисциплины	Перечень вопросов для самостоятельного изучения	Объем, акад. часы	Форма контроля
2	Влияние микроэлементов (Se, Zn, Cu) на рост и функциональность культивируемых клеток.	4	Индивидуальное задание
3	Автоматизация процессов культивирования клеток: сенсоры, контроллеры и программное обеспечение.	5	Индивидуальное задание
4	Инновационные методы культивирования клеток: 3D-культуры, микрофлюидика, органоиды.	7	Индивидуальное задание
4	Стволовые клетки: потенциал для регенеративной медицины и биофармацевтики	5	Индивидуальное задание
5	Механизмы повреждения клеток при криоконсервации и стратегии их минимизации. Влияние скорости замораживания и размораживания на жизнеспособность клеток.	6	Индивидуальное задание
6	Автоматизированные системы для подсчета клеток и оценки жизнеспособности: сравнительный анализ и выбор оборудования.	4	Индивидуальное задание
7	Культивирование клеток на микроносителях: оптимизация процесса и применение для крупномасштабного производства.	6	Индивидуальное задание
8	Проточная цитометрия: анализ клеточного цикла, апоптоза и экспрессии поверхностных маркеров.	6	Индивидуальное задание

4.5 Индивидуальные задания

Индивидуальное задание – доклад, посвященный освещению частных аспектов, перечисленных в таблице тем.

Примеры тем индивидуальных заданий:

- 1) История и эволюция методов культивирования клеток: от искусственного органа к крупномасштабному производству.
- 2) Клеточные линии в качестве моделей для изучения заболеваний: преимущества и ограничения.
- 3) Применение машинного обучения и искусственного интеллекта для оптимизации условий культивирования клеток.
- 4) Клеточные культуры в разработке лекарственных препаратов: скрининг, тестирование токсичности.
- 5) Использование клеточных культур для тестирования цитотоксичности новых материалов и лекарственных препаратов.

5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине.

Методические указания для обучающихся по организации самостоятельной работы по дисциплине, включая перечень тем самостоятельной работы, формы текущего контроля по дисциплине и требования к их выполнению размещены в электронной информационно-образовательной среде СПбГТИ(ТУ) на сайте: <https://media.spbti.ru>

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета.

Зачет предусматривают выборочную проверку освоения предусмотренных элементов компетенций.

При сдаче зачета, студент получает три вопроса из перечня вопросов, время подготовки студента к устному ответу - до 45 мин.

Пример варианта вопросов на зачете:

Вариант № 1

1. Первичные культуры. В чем основные преимущества и недостатки первичных клеточных культур? Как получают первичные культуры?
2. Опишите протокол криоконсервации различных типов клеток. Как оценивается жизнеспособность клеток после размораживания?
3. ВЭЖХ: суть метода, принцип проведения и варианты использования

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в Приложении № 1

Результаты освоения дисциплины считаются достигнутыми, если для всех элементов компетенций превышен (достигнут) пороговый уровень освоения компетенции на данном этапе – оценка «зачтено».

7. Перечень учебных изданий, необходимых для освоения дисциплины

а) печатные издания:

1. Общая биология и микробиология: Учебное пособие для вузов по направлению "Биотехнология" / А. Ю. Просеков, Л. С. Солдатова, И. С. Разумникова, О. В. Козлова. - 2-е изд., испр. и доп. - СПб.: Проспект Науки, 2012. - 319 с.: ил. - Библиогр.: с. 318-319. - ISBN 978-5-903090-71-6
2. Фрешни, Р.Я. Культура животных клеток: Практическое руководство / Р. Я. Фрешни; пер. с 5-го англ. изд. Ю. Н. Хомякова, Т. И. Хомяковой. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 691 с.: ил. - (Методы в биологии). - Библиогр.: с. 640-688. - ISBN 978-5-94774-596-2
3. Ведение культур клеток человека и оценка их функциональной активности : методические указания к лабораторным работам / О. И. Степанова [и др.] ; СПбГТИ(ТУ). Каф. молекуляр. биотехнологии. - СПб. : [б. и.], 2014. - 34 с. : ил. - Библиогр.: с. 33
4. Основы цитологии, гистологии тканей и биотехнологии клеток животных и человека : Учебное пособие / О. И. Степанова, А. В. Крылов, О. В. Калинина, Д. О. Виноходов ; Минобрнауки России, Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет), Кафедра молекулярной биотехнологии. - Санкт-Петербург : СПбГТИ(ТУ), 2021. - 152 с. : ил. - Библиогр.: с. 154-155

б) электронные издания:

1. Пименова, Е. В. Клеточная инженерия. Практические аспекты получения и использования клеточных культур в медицине: учебное пособие / Е. В. Пименова. — Волгоград: ВолгГМУ, 2020. — 80 с. — Текст: электронный //

- Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/179551> (дата обращения: 17.02.2025). — Режим доступа: по подписке..
2. Черкасова, Е. И. Работа с культурами клеток: учебно-методическое пособие / Е. И. Черкасова, А. А. Брилкина. — Нижний Новгород: ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2015. — 57 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/152858> (дата обращения: 17.02.2025). — Режим доступа: по подписке.
 3. Жук, О. Н. Культивирование клеток: учебно-методическое пособие / О. Н. Жук. — Пинск: ПолесГУ, 2019 — Часть 1 — 2019. — 57 с. — ISBN 978-985-516-578-2. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/364478> (дата обращения: 17.02.2025). — Режим доступа: по подписке.
 4. Князева, О. А. Введение в биотехнологию: учебное пособие / О. А. Князева, Т. А. Седых. — Уфа: БГПУ имени М. Акмуллы, 2023. — 148 с. — ISBN 978-5-907730-54-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/407552> (дата обращения: 17.02.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
 5. Основы работы с культурами клеток животных и человека в биотехнологическом производстве: учебное пособие / Е. И. Рябова, Н. В. Пименов, А. А. Деркаев, И. Б. Есмагамбетов. — Москва: МГАВМиБ им. К.И. Скрябина, 2023. — 146 с. — ISBN 978-5-6050016-0-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/364064> (дата обращения: 17.02.2025). — Режим доступа: по подписке.

8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.

elibrary.ru

<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc>

<http://openwetware.org/>

электронно-библиотечные системы:

«Электронный читальный зал – БиблиоТех» <https://technolog.bibliotech.ru/>;

«Лань» <https://e.lanbook.com/books/>

<http://highwire.stanford.edu/cgi/search?quick=true>.

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины.

Все виды занятий по дисциплине «Биотехнологические системы» проводятся в соответствии с требованиями следующих СТП:

СТП СПбГТИ 040-02. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лекция. Общие требования;

СТО СПбГТИ 018-2014. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Семинары и практические занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 048-2009. КС УКВД. Виды учебных занятий. Самостоятельная планируемая работа студентов. Общие требования к организации и проведению.

СТО СПбГТИ 020-2011. КС УКДВ. Виды учебных занятий. Лабораторные занятия. Общие требования к организации и проведению.

СТП СПбГТИ 016-2014. КС УКВД. Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Планирование времени, необходимого на изучение данной дисциплины, лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала.

Основными условиями правильной организации учебного процесса для студентов является:

- плановость в организации учебной работы;
- серьезное отношение к изучению материала;
- постоянный самоконтроль.

На занятия студент должен приходить, имея багаж знаний и вопросов по уже изученному материалу.

10. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине.

10.1. Информационные технологии.

В учебном процессе по данной дисциплине предусмотрено использование информационных технологий:

- чтение лекций с использованием слайд-презентаций;
- использование общедоступных баз данных и программ обработки биологических данных
- взаимодействие с обучающимися посредством ЭИОС.

10.2. Программное обеспечение.

Microsoft Office (Microsoft Word, Microsoft Power Point);
Браузер для работы в сети Internet, например Яндекс или Chrome

10.3. Базы данных и информационные справочные системы.

Справочно-поисковая система «Консультант-Плюс».
<http://www.viniti.ru>;
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc>
<http://www.uspto.gov>;

11. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Для ведения лекционных и практических занятий используется аудитория на 30 посадочных мест, оборудованная доской, демонстрационным экраном, проектором и компьютером.

Для проведения практических занятий используется научно-исследовательские комнаты, оснащенные специализированной мебелью и оборудованием.

12. Особенности освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями учебный процесс осуществляется в соответствии с Положением об организации учебного процесса для обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья СПбГТИ(ТУ), утвержденным ректором 28.08.2014.

**Фонд оценочных средств
для проведения промежуточной аттестации по
дисциплине «Биотехнологические системы»**

1. Перечень компетенций и этапов их формирования.

Индекс компетенции	Содержание	Этап формирования
ПК-5	Способен использовать основные физико-химические, химические и биохимические методы для исследования, разработки и контроля качества фармацевтических субстанций, биологически активных соединений	промежуточный

2. Показатели и критерии оценивания компетенций на различных этапах их формирования, шкала оценивания.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)	
			Не зачтено	Зачтено
ПК-5.4 Способность самостоятельно получать, поддерживать, анализировать и применять клеточные линии, демонстрируя понимание принципов работы с культурами клеток и применения различных методов для получения клеточных линий.	Знает химический состав питательных сред, роль макро- и микроэлементов в клеточном метаболизме; Принципы работы с клеточными культурами (первичные, трансформированные, стволовые клетки); Методы анализа жизнеспособности, пролиферации и метаболической активности клеток (МТТ-тест, проточная цитометрия, ВЭЖХ)	Правильные ответы на вопросы № 1-14 на зачете.	Не знает химический состав питательных сред, роль макро- и микроэлементов в клеточном метаболизме. Не знает принципы работы с различными типами клеточных культур (первичные, трансформированные, стволовые). Не знает методы анализа жизнеспособности, пролиферации и метаболической активности (МТТ-тест, проточная цитометрия, ВЭЖХ), а также преимущества и недостатки каждого метода.	Знает химический состав питательных сред, роль макро- и микроэлементов в клеточном метаболизме. Знает принципы работы с различными типами клеточных культур (первичные, трансформированные, стволовые). Знает методы анализа жизнеспособности, пролиферации и метаболической активности (МТТ-тест, проточная цитометрия, ВЭЖХ), а также преимущества и недостатки каждого метода.
	Умеет готовить и оптимизировать питательные среды для различных типов клеточных культур. Проводить химический и биохимический анализ клеточных культур (определение метаболитов, оценка токсичности веществ). Интерпретирует экспериментальные данные для оценки влияния химических факторов на	Правильные ответы на вопросы № 15-22 на зачете.	Не умеет подготавливать и оптимизировать питательные среды для различных типов клеточных культур. Не умеет самостоятельно проводить химический и биохимический анализ клеточных культур. Не умеет грамотно интерпретировать экспериментальные данные для оценки влияния химических факторов на рост и дифференцировку клеток, и делает необоснованные выводы. Не умеет применять методы криоконсерва-	Умеет подготавливать и оптимизировать питательные среды для различных типов клеточных культур. Умеет проводить химический и биохимический анализ клеточных культур. Умеет интерпретировать экспериментальные данные для оценки влияния химических факторов на рост и дифференцировку клеток, а также делать обоснованные выводы. Умеет применять

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Показатели сформированности (дескрипторы)	Критерий оценивания	Уровни сформированности (описание выраженности дескрипторов)	
			Не зачтено	Зачтено
	рост и дифференцировку клеток. Применяет методы криоконсервации и восстановления клеточных линий		ции и восстановления клеточных линий, не умеет соблюдать все необходимые протоколы и методы предосторожности.	методы криоконсервации и восстановления клеточных линий, соблюдая все необходимые протоколы и методы предосторожности.
	Владеть навыками работы с оборудованием для культивирования (CO ₂ -инкубаторы, ламинарные боксы). Техниками химического и биохимического анализа (спектрофотометрия, хроматография, иммуноферментный анализ)	Правильные ответы на вопросы №23-38 на зачете.	Не владеет навыками работы с оборудованием для культивирования (CO ₂ –инкубатор, ламинарный бокс). Не владеет техниками химического и биохимического анализа (спектрофотометрия, хроматография, иммуноферментный анализ), неправильно настраивает оборудование, некорректно выполняет процедуры и неточно интерпретирует результаты.	Владеет навыками работы с оборудованием для культивирования (CO ₂ –инкубатор, ламинарный бокс). Владеет техниками химического и биохимического анализа (спектрофотометрия, хроматография, иммуноферментный анализ), правильно настраивает оборудование, корректно выполняет процедуры и точно интерпретирует результаты.

3. Типовые контрольные задания для проведения промежуточной аттестации.
Вопросы для оценки знаний, умений и навыков, сформированных у студента по компетенции ПК-5:

1. Дайте определение клеточной линии, клона и штамма. В чем их различия?
2. Перечислите основные компоненты питательных сред для культивирования клеток.
3. Какова роль аминокислот в питательной среде? Приведите примеры.
4. Какие витамины наиболее важны для культивирования клеток? Приведите примеры.
5. Каково значение глюкозы в питательной среде для клеточных культур?
6. Объясните роль макро- и микроэлементов (калия, натрия, кальция, магния, железа, цинка, селена) в клеточном метаболизме. Приведите примеры.
7. Что такое сыворотка? Каковы ее функции в питательной среде?
8. Назовите основные факторы роста (EGF, FGF, PDGF, NGF) и опишите их роль в регуляции клеточной пролиферации и дифференцировки.
9. Типы клеточных культур. Охарактеризуйте адгезионные и суспензионные культуры.
10. Первичные культуры. В чем основные преимущества и недостатки первичных клеточных культур? Как получают первичные культуры?
11. Трансформированные клеточные линии. В чем основные преимущества и недостатки по сравнению с первичными? Как получают трансформированные культуры?
12. Стволовые клетки: типы, особенности культивирования, перспективы использования.
13. Коллекции клеточных культур, примеры.
14. Этические аспекты работы с клеточными культурами, полученными из различных источников.
15. Основные принципы при приготовлении питательных сред. Опишите процесс составления рецептуры питательной среды для конкретной клеточной линии.
16. В чем различия между средами DMEM, RPMI 1640 и MEM? Для каких типов клеток они обычно используются?
17. Как осуществляется стерилизация питательных сред и зачем?
18. Как контролируется pH питательной среды? Почему поддержание оптимального pH необходимо?
19. Как оптимизировать состав питательной среды для конкретной клеточной линии (например, HUVEC, HeLa)?
20. Опишите протокол криоконсервации различных типов клеток. Как оценивается жизнеспособность клеток после размораживания?
21. В чем преимущества и недостатки различных методов оценки жизнеспособности и пролиферации?
22. Охарактеризуйте фазы роста клеток.
23. Типы ламинарных боксов и принципы их работы. Правила эксплуатации ламинарного бокса.
24. Назначение CO₂-инкубатора, какие параметры в нем поддерживаются?
25. Методы культивирования клеток животных и человека. Охарактеризуйте периодическое, полунепрерывное и непрерывное культивирование.
26. Какие меры биологической безопасности необходимо соблюдать при работе с клеточными культурами?

27. Какие параметры культивирования необходимо контролировать (температура, pH, концентрация CO₂, влажность)?
Какие существуют источники контаминации клеточных культур? Какие существуют методы профилактики и обнаружения контаминации?
28. Какие проблемные ситуации могут возникнуть при культивировании клеток (контаминация, медленный рост, изменение фенотипа и др.)? Опишите алгоритм действий при возникновении проблем с клеточной культурой.
29. Опишите принцип работы разных типов биореакторов, преимущества и недостатки.
30. Опишите примеры промышленных процессов культивирования клеток для производства биофармацевтических препаратов (антитела, рекомбинантные белки).
31. Подсчет живых и мертвых клеток под микроскопом в камере Горяева. Расчет концентрации клеток и процента жизнеспособных клеток.
32. Автоматизированные системы для подсчета клеток и оценки жизнеспособности: сравнительный анализ и выбор оборудования.
33. Культивирование клеток на микроносителях: оптимизация процесса и применение для крупномасштабного производства.
34. Проточная цитометрия: анализ клеточного цикла, апоптоза и экспрессии поверхностных маркеров.
35. Спектрофотометрия: суть метода, принцип проведения и варианты использования.
36. ИФА: суть метода, принцип проведения и варианты использования
37. ВЭЖХ: суть метода, принцип проведения и варианты использования
38. Масс-спектрометрия: суть метода, принцип проведения и варианты использования.

К зачету допускаются студенты, выполнившие все формы текущего контроля. При зачете студент получает три вопроса из перечня, приведенного выше.

Время подготовки студента к устному ответу на вопросы - до 45 мин.

4. Методические материалы для определения процедур оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в соответствии с требованиями СТП СТО СПбГТИ(ТУ) 016-2015. КС УКДВ Порядок проведения зачетов и экзаменов.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Шкала оценивания на зачете – «зачет», «незачет».

