

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Ставропольский государственный медицинский университет»
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Кафедра биотехнологии

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины	Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем
Направление подготовки	19.04.01 Биотехнология
Направленность (магистерская программа)	Фармацевтическая биотехнология
Форма обучения	заочная
Год начала подготовки	2025
Всего ЗЕТ	3
Всего часов	108
Из них:	
Контактная работа по видам занятий	14
лекции	4
практические занятия	10
Самостоятельная работа	94
Промежуточная аттестация	
Зачет	5 семестр

г. Ставрополь, 2025 г.

1. Цель освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины «Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем»: формирование компетенций, обеспечивающих готовность к организации, планированию и управлению действующими биотехнологическими процессами и производством.

Программа разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 19.04.01 Биотехнология, утвержденным приказом Минобрнауки России 10 августа 2021 года № 737.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина «Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем» (Б1.В.ДВ.02.02) относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений, ее изучение осуществляется во 5-ом семестре.

Для освоения данной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предыдущими дисциплинами.

Знания, умения и навыки, полученные при изучении данной дисциплины необходимы для успешного освоения дисциплин последующего уровня и прохождения производственных практик.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программ

Профессиональный стандарт «Специалист по промышленной фармации в области производства лекарственных средств», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 22 мая 2017 г. N 430н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 6 июня 2017 г., регистрационный N 46966)

Трудовая функция: Управление промышленным производством лекарственных средств

Профессиональный стандарт «Специалист по промышленной фармации в области исследований лекарственных средств», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 22 мая 2017 г. N 432н (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации

Трудовая функция: Проведение работ по исследованиям лекарственных средств

Коды и содержание компетенций	Планируемые результаты обучения (дескрипторы)		
	Знать	Уметь	Владеть навыками
ПК-1. Способен проводить работы по фармацевтической разработке			
Ипк-1.3 Применяет технологии получения фармацевтических субстанций, вспомогательных веществ и лекарственных форм, операций по упаковке и маркировке в отношении разрабатываемых ле-	1. Основные типы контрольно-измерительного, технологического и испытательного оборудования, применяемого при фармацевтической и биотехнологической разработке (реакторы, биореакторы, ферментёры, спектрофотометры, хроматографы, рН	1. Выбирать необходимое измерительное, технологическое и испытательное оборудование для решения конкретной задачи фармацевтической/биотехнологической разработки и её компьютерного моделирования.	1. Практической работы с типичным лабораторным измерительным и испытательным оборудованием (на базовом уровне, применительно к задачам моделирования): настройка ре-

карственных средств	метры, датчики температуры, давления, растворённого кислорода и др.).		жимов измерения, запуск, остановка, сохранение результатов
ПК-2. Способен вести технологический процесс при промышленном производстве лекарственных средств			
И ПК-2.2 При решении прикладных задач использует аналитические методики и визуальный контроль биотехнологического процесса	1. Основные аналитические методы контроля биотехнологических процессов (спектрофотометрический анализ, хроматография, титриметрия, флуориметрия, иммуноаналитические методы, базовые методы контроля микробиологической чистоты и др.).	1. Выбирать подходящие аналитические методики и параметры контроля для решения конкретной прикладной задачи (оптимизация выхода продукта, контроль чистоты, мониторинг биомассы и др.).	1. Выполнения базовых лабораторных аналитических процедур (на уровне ознакомления, в рамках учебных практикумов): подготовка образца, проведение измерения, фиксирование результатов.
И ПК-2.3 При решении прикладных задач использует базовые знания о характеристиках технологического оборудования и вспомогательных систем, используемых в выполняемом биотехнологическом процессе	1. Базовые технические и эксплуатационные характеристики оборудования (объём, диапазон температур, давление, скорость перемешивания, коэффициент массообмена, материал изготовления, производительность и др.).	1. Учитывать характеристики оборудования и вспомогательных систем при постановке задач компьютерного моделирования (например, включать ограничения по скорости подачи, диапазону температур, времени разгона и стабилизации).	1. Работы с описаниями и паспортами технологического оборудования и вспомогательных систем (выделение ключевых характеристик, необходимых для моделирования).

1. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Семестр	Наименование разделов дисциплины	Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем в часах, в том числе					Самостоятельная работа, в том числе консультации		
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Клинические практические занятия	Контроль самостоятельной работы	Групповые консультации	Самостоятельная работа, в том числе индивидуальные консультации

5	Раздел 1. Алгоритм создания лекарственного препарата	4	2	–	–	–	–	–	30
5	Раздел 2. Использование явления биологических взаимодействий.	–	2	–	–	–	–	–	30
5	Раздел 3. Виды скрининга, используемых при создании лекарственных препаратов	–	6	–	–	–	–	–	30
5	Промежуточная аттестация: зачет			–	–	–	–	–	4
	Итого по дисциплине:	4	10	–	–	–	–	–	94
	Часов 108		Зач.ед.3						94

5. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

5.1. Содержание разделов дисциплины

Код компетенции	Наименование разделов	Краткое содержание разделов и тем
ИПК-1.3 ИПК-2.2 ИПК-2.3	Раздел 1. Общие сведения о математических моделях и компьютерном моделировании	Методология технологии компьютерного моделирования. Организация процесса компьютерного моделирования. Вычислительный эксперимент. Классификация методов построения математических моделей.
ИПК-1.3 ИПК-2.2 ИПК-2.3	Раздел 2. Математические и кинетические модели биотехнологических процессов	Основные виды биохимической деятельности микроорганизмов. Математическое описание биотехнологических процессов. Описание биосинтеза продукта однофакторными или многофакторными уравнениями.
ИПК-1.3 ИПК-2.2 ИПК-2.3	Раздел 3. Компьютерное моделирование простейших типовых биотехнологических процессов и систем	Математическое моделирование процессов периодического культивирования микроорганизмов. Математическое моделирование процессов непрерывного культивирования микроорганизмов. Математическое моделирование процессов биотрансформации и биокатализа. Математическое моделирование биотехнологических процессов в медицине

5.2. Лекции

№ Раздела	Наименование лекций	Кол-во часов	Перечень учебных вопросов	Форма проведения	Практическая подготовка (ПП/ПНП)
1	Методология технологии компьютерного моделирования	2	1. Этапы компьютерного моделирования 2. Структурная схема технологического объекта 3. Определение полноты модели	Очная	ПНП
1	Организация процесса компьютерного моделирования	2	1. Вычислительный эксперимент 2. Классификация методов построения матема-	Очная	ПНП

			тических моделей		
	Всего часов	4		4	0/4

5.3. Семинары

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

5.4. Лабораторные занятия

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

5.5. Практические занятия

№ раздела	Наименование практических занятий	Кол-во часов	Перечень учебных вопросов	Форма проведения	Практическая подготовка (ПП/ПНП)
1	Методология технологии компьютерного моделирования.	2	1. Вычислительный эксперимент 2. Классификация методов построения математических моделей	Очная	ПНП
1	Организация процесса компьютерного моделирования	2	1. Постановка задачи и анализ предметной области 2. Формализация задачи 3. Разработка компьютерной модели 4. Анализ результатов 5. Уточнение модели 6. Особенности реализации	Очная	ПНП
2	Моделирование биохимической деятельности биообъектов	2	3. Основные виды биохимической деятельности микрообъектов 4. Математическое описание биотехнологических процессов 5. Модели кинетики биотехнологических процессов	Очная	ПНП
2	Моделируемый объект – клеточная популяция	2	1. Фазы развития клеточных культур 2. Общие принципы моделирования и способы описания кинетики роста популяции микроорганизмов	Очная	ПНП
2	Моделируемый объект – клеточная популяция	2	1. Способы культивирования микроорганизмов 2. Идеальные реакторы для изучения кинетики клеточного роста	Очная	ПНП
	Итого	10		10	0/10

5.6. Клинические практические занятия

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом

5.7. Самостоятельная работа обучающихся

Наименование темы дисциплины или раздела	Вид самостоятельной внеаудиторной работы обучающихся/контроль самостоятельной работы	Оценочное средство	Кол-во часов/ кол-во час на ПНП	Коды компетенции (й)
Раздел 1. Общие сведения о математических моделях и компьютерном моделировании	Выполнение индивидуального задания (ПНП)	Индивидуальное задание	10/0	И ПК-1.3 И ПК 2.2 И ПК 2.3
	Подготовка к тестированию (ПНП)	Тестовые задания	10/0	
	Самостоятельное изучение материала (ПНП)	Вопросы для изучения	10/0	
Раздел 2. Математические и кинетические модели биотехнологических процессов	Самостоятельное изучение материала (ПНП)	Вопросы для изучения	15/0	И ПК-1.3 И ПК 2.2 И ПК 2.3
	Выполнение индивидуального задания (ПНП)	Индивидуальное задание	15/0	
Раздел 3. Компьютерное моделирование простейших типовых биотехнологических процессов и систем	Выполнение индивидуального задания (ПНП)	Индивидуальное задание	15/0	И ПК-1.3 И ПК 2.2 И ПК 2.3
	Самостоятельное изучение материала (ПНП)	Вопросы для изучения	15/0	
Всего часов			90/0	

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

7.

1. Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов при изучении дисциплины «Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем»
2. Лекционный материал по дисциплине «Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем»

7. Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

Код компетенции	Индикаторы	Семестр	Этап формирования
ПК-1	И ПК-1.3	3	Промежуточный
ПК-2	И ПК-2.2 И ПК-2.3	3	Промежуточный

7.2 Описание показателей и критериев и шкал оценивания компетенций

Компетенция ПК-1 Способен проводить работы по фармацевтической разработке

И ПК-1.3 Применяет технологии получения фармацевтических субстанций, вспомогательных веществ и лекарственных форм, операций по упаковке и маркировке в отношении разрабатываемых лекарственных средств

Оцениваемый результат (дескрипторы)		Критерии оценивания	Процедура оценивания	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
Знает	1. Знает основные типы контрольно-измерительного, технологического и испытательного оборудования, применяемого при фармацевтической и биотехнологической разработке (реакторы, биореакторы, ферментёры, спектрофотометры, хроматографы, рН метры, датчики температуры, давления, растворённого кислорода и др.)	1. Перечисляет основные группы оборудования, описывает их назначение и функциональные особенности, приводит примеры применения в реальных биотехнологических/фармацевтических процессах	Собеседование, выполнение индивидуальных заданий	Собеседование
Умеет	1. Выбирает необходимое измерительное, технологическое и испытательное оборудование для решения конкретной задачи фармацевтической/биотехнологической разработки и её компьютерного моделирования	1. Умеет обосновать выбор оборудования под задачу для решения конкретной задачи	Выполнение индивидуальных заданий, Собеседование	Собеседование
Владеет навыком	1. Практической работы с типичным лабораторным измерительным и испытательным оборудованием (на базовом уровне, применительно к задачам моделирования): настройка режимов измерения, запуск, остановка, сохранение результатов.	1. Выполняет необходимые операции по запуску, настройке и завершению работы оборудования, соблюдает технику безопасности и инструкции; безошибочно сохраняет и документирует результаты.	Выполнение индивидуальных заданий	Собеседование

Компетенция ПК-2 Способен вести технологический процесс при промышленном производстве лекарственных средств

И ПК-2.2 При решении прикладных задач использует аналитические методики и визуальный контроль биотехнологического процесса.

Оцениваемый результат (дескрипторы)		Критерии оценивания	Процедура оценивания	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
Знает	1. Знает основные аналитические методы контроля биотехнологических процессов (спектрофотометрический анализ, хроматография, титриметрия, флуори-	1. Перечисляет ключевые методы, корректно соотносит каждый метод с определяемыми параметрами и их зна-	Собеседование, выполнение индивидуальных заданий	Собеседование

	метрия, иммуноаналитические методы, базовые методы контроля микробиологической чистоты и др.).	чимостью для биотехнологического процесса и его моделирования.		
Умеет	1. Выбирать подходящие аналитические методики и параметры контроля для решения конкретной прикладной задачи (оптимизация выхода продукта, контроль чистоты, мониторинг биомассы и др.).	1. Предлагает комплексный набор методов и параметров, обосновывает выбор с учётом чувствительности, специфичности, скорости и необходимых данных для моделирования	Выполнение индивидуальных заданий, Собеседование	Собеседование
Владеет навыком	1. Выполнения базовых лабораторных аналитических процедур (на уровне ознакомления, в рамках учебных практикумов): подготовка образца, проведение измерения, фиксирование результатов.	1. Самостоятельно и корректно проводит измерения по заданной методике, соблюдает порядок операций, фиксирует результаты в протоколе без пропусков	Выполнение индивидуальных заданий	Собеседование

И ПК-2.3 При решении прикладных задач использует базовые знания о характеристиках технологического оборудования и вспомогательных систем, использующихся в выполняемом биотехнологическом процессе

Оцениваемый результат (дескрипторы)		Критерии оценивания	Процедура оценивания	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
Знает	1. Знает базовые технические и эксплуатационные характеристики оборудования (объём, диапазон температур, давление, скорость перемешивания, коэффициент массообмена, материал изготовления, производительность и др.).	1. Перечисляет ключевые типы оборудования, правильно указывает важные технические характеристики и их значения для процесса и модели.	Собеседование, выполнение индивидуальных заданий	Собеседование
Умеет	1. Учитывать характеристики оборудования и вспомогательных систем при постановке задач компьютерного моделирования	1. Показывает, как технические ограничения и динамика работы оборудования включаются в модель, и корректно использует их при постановке задачи.	Выполнение индивидуальных заданий, Собеседование	Собеседование
Владеет навыком	1. Работы с описаниями и паспортами технологического оборудования и вспомогательных систем (выделение ключевых характеристик, необходимых для моделирования)	1. Извлекает из документации необходимые параметры (диапазоны, производительность, ограничения по среде и т. д.) и коррект-	Выполнение индивидуальных заданий	Собеседование

		но переносит их в лист параметров модели		
--	--	--	--	--

7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

Зачет выставляется по результатам работы в семестре, при сдаче всех контрольных мероприятий, предусмотренных текущим контролем успеваемости. Процедура зачета как отдельное контрольное мероприятие не проводится, оценивание знаний обучающегося происходит по результатам текущего контроля.

Вопросы для проверки уровня теоретической подготовки обучающегося в ходе текущего контроля:

1. Этапы разработки, испытания и внедрения лекарственного препарата
2. Типичные причины отклонения лекарственных препаратов на различных этапах разработки и испытаний
3. Математическое описание биотехнологических процессов
4. Основные виды биохимической деятельности микрообъектов
математическое моделирование процессов периодического культивирования микроорганизмов
5. Математическое моделирование процессов непрерывного культивирования микроорганизмов
6. Математическое моделирование процессов биотрансформации и биокатализа
7. Математическое моделирование биотехнологических процессов в медицине

7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценивание сформированности компетенции осуществляется на практических занятиях в ходе текущего контроля. При оценивании результатов обучения по дисциплине учитывается:

- выполнение индивидуальных заданий по каждой теме практического занятия;
- собеседование по основным вопросам практических занятий, контрольное тестирование по разделам;
- демонстрация практических навыков;
- итоговое индивидуальное задание.

8. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

8.1. Основная литература

Печатные издания	Электронные издания
Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры. М.: Физматлит, 2001. 320 с. Протопопов И.И., Пащенко Ф.Ф. Компьютерное моделирование биотехнологических систем: Учеб. пособие. М.:	Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем: Учеб. пособие / Д.С. Дворецкий, С.И. Дворецкий, Е.И. Муратова, А.А. Ермаков. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2005. 80 с. – Режим доступа: https://tstu.ru/book/elib/pdf/2005/dvorez1.pdf

<p>МГУПБ, 2003. Ч. 1. 116 с.</p> <p>Протопопов И.И., Пашенко Ф.Ф., Дургарян И.С. Компьютерное моделирование биотехнологических систем: Учеб. пособие. М.: МГУПБ, 2004. Ч. 2. 68 с.</p> <p>Егоренков Д.Л., Фрадков А.Л., Харламов В.Ю. Основы математического моделирования. Построение и анализ моделей с примерами на языке MatLab. М., 1998. 189 с.</p>	<p>Моделирование и масштабирование биотехнологических процессов : учеб. пособие для студентов магистратуры по направлению подготовки 19.04.01 «Биотехнология» всех форм обучения / П. В. Мионов, Е. В. Алаудинова, В. В. Тарнопольская ; СибГУ им. М. Ф. Решетнева. – Красноярск, 2017. – 114 с. – Режим доступа: https://biblioteka.sibsau.ru/pdf/izdv/izdv_sibgtu/Mironov_Modelirovanie_2018.pdf</p> <p>Дворецкий С.И., Егоров А.Ф., Дворецкий Д.С. Компьютерное моделирование и оптимизация технологических процессов и оборудования: Учеб. пособие. Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2003. 224 с. https://www.studmed.ru/view/dvoreckiy-si-kompyuternoe-modelirovanie-i-optimizaciya-tehnologicheskikh-processov-i-oborudovaniya_b119c62fb78.html?page=1</p>
---	--

8.2. Дополнительная литература

Печатные издания	Электронные издания
<p>1. Дудников Е.Г. и др. Построение математических моделей химикотехнологических объектов. М.: Химия, 1970. 312 с.</p> <p>2. Дьяконов В., Круглов В. Математические пакеты расширения MatLab. Специальный справочник. – М., 1998. – 488 с.</p>	<p>1. Иванов, В.И. Математические методы в биологии. – Кемерово: Издательство КемГУ (Кемеровский государственный университет), 2012. – 196 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/44336?category_pk=917</p> <p>2. Гумеров, А.М. Математическое моделирование химикотехнологических процессов. – СПб.: Лань, 2014. – 176 с. https://e.lanbook.com/book/211445</p> <p>3. Братусь, А.С. Динамические системы и модели биологии / А.С. Братусь, А.С. Новожилов, А.П. Платонов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2011. – 400 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/2119</p>

1. **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы, ЭБС**
2. Online chemical modeling environment - <http://ochem.eu/home/show.do> Virtual Computational Chemistry Laboratory. – Режим доступа: <http://www.vcclab.org> База данных PDB. – <http://www.rcsb.org/pdb/home/home.do>
3. База данных ZINC - <http://zinc.docking.org/>
4. Драг-дизайн: как в современном мире создаются новые лекарства. — Режим доступа: <http://biomolecula.ru/content/15>
5. Электронный образовательный ресурс «Хемоинформатика и молекулярное моделирование». – Режим доступа: <http://zilant.kfu-elearning.ru/course/view.php?id=376>

9. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

10. Наименование	Договор
Сервис проверки уникальности текста	Контракт №170/ЭТ о 11.08.2025

1С: Университет Проф	Договор № 27 от 30.04.2014
kaspersky endpoint security	Контракт 189/ЭТ от 25.08.2025
Архиватор 7-zip	Бесплатный
Adobe Acrobat Reader DC	Бесплатный
Astra Linux Common Edition	Договор № 199/ЭТ от 12.09.2023
1С: Электронное обучение. Корпоративный университет	Договор № 78/ЭТ от 06.06.2022
1С: Электронное обучение. Веб-кабинет преподавателя и студента	Договор № 78/ЭТ от 06.06.2022
Консультант Плюс	Контракт 299/ЭТ от 17.12.2024

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

11.1 Помещения для проведения учебных занятий

Помещения для проведения учебных занятий, соответствующие действующим противопожарным правилам и нормам

Адрес места нахождения	Наименование оборудованного учебного кабинета	Оснащенность оборудованного учебного кабинета	Приспособленность для использования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья
ул. М. Морозова 6А, корпус 2	Учебная аудитория № 5 кафедры биотехнологии	Учебная мебель на 20 посадочных мест	
		Доска маркерная в количестве 1 ед.	
		Мультимедийное оборудование: автоматизированное рабочее место в количестве 1 ед.	
		Методические и раздаточные наглядные материалы в количестве 70 ед.	
ул. М. Морозова 6А	Учебная аудитория № 6 кафедры биотехнологии	Учебная мебель на 32 посадочных места	
		Мультимедийное оборудование: автоматизированное рабочее место в количестве 1 ед.	
		Доска маркерная в количестве 1 ед.	
		Информационные стенды в количестве 2 ед.	
ул. М. Морозова 6А, стр. 2	Лаборатория кафедры биотехнологии, ауд. 7	Стеллажи и оборудование Учебная мебель на 12 посадочных мест Шкаф лабораторный в количестве 1 ед. Надстройка для стола в количестве 3 ед. Стол весовой в количестве 1 ед. Стол лабораторный в коли-	

	<p>честве 2 ед. Шкаф для оборудования в количестве 1 ед. Тумба лабораторная в количестве 1 ед. Шкаф стеллаж открытый в количестве 2 ед.</p>	
	<p>Расходные материалы в количестве, позволяющем обучающимся осваивать умения и навыки индивидуально Лабораторная посуда, колбы, бюретки, пробирки, стекла покровные, стекла предметные, чашки Петри, питательные среды – <u>в наличии</u></p>	
	<p>Лабораторное оборудование: 1. Аквадистилятор электрический PHS AQVA 2. Бокс для ПЦР – Анализа UVT – В - AR 3. Весы аналитические ВСЛ – 200/0,1 А 4. Мешалка магнитная ММ - SM 5. Микроскоп Микромед 2 вариант 2-20 6. Микроскоп стереоскопический панкратический MC-2 Zoom 7. Насос вакуумный 2 НВР – SDM1 8. рН-метр стац HI 2210, рН/mV/C - метр 9. рН/окси – метр HI портативный, без проверки 10. Стерилизатор паровой автомат с возможностью выбора режимов стерилизации ГКа-25 ПЗ 11. Центрифуга медицинская лабораторная «Armed» 12. Шкаф сушильный ШС-80-01 СПУ 13. Термостат электрический суховоздушный ТС-1/80 СПУ 14. Бокс абактериальный воздушной среды БАВ – «Ламинар-с»-1,2 15. Холодильник комбинированный лабораторный</p>	

		<p>ХЛ-340 «POZIS»</p> <p>16. Термостат программируемый для проведения ПЦР – анализа четырехканальный ТП4-ПЦР-01-«Терцик»</p> <p>17. Лиофильная сушка Va Co2</p> <p>18. Испаритель ротационный НР-1ЛТ</p> <p>19. Перемешивающее устройство LOIP LS-120 (ЛАБ – ПУ-02)</p> <p>20. Блендер BL 1500</p> <p>21. Весы фасовочные</p>	
--	--	---	--

Рабочая программа дисциплины «Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем»

Разработана:

Доц.кафедры биотехнологии,
к.тех.н.

Купов Х.А.

Обсуждена:

на заседании кафедры биотехнологии,
и.о. зав.кафедрой

Чурилова Т.М.

Согласована и рекомендована к использованию в образовательном процессе для обучающихся по направлению подготовки 19.04.01 Биотехнология 2025 года набора заочной формы обучения 28.05.2025.

Руководитель ОПОП ВО

Топчий М.В.

Декан факультета гуманитарного
и медико-биологического образования

Федько Н.А.