

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

Кафедра биотехнологии

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины	<b>Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем</b>
Направление подготовки	19.04.01 Биотехнология
Направленность (магистерская программа)	Фармацевтическая биотехнология
Форма обучения	очная
Год начала подготовки	2023
Всего ЗЕТ	3
Всего часов	108
Из них:	
Контактная работа по видам занятий	38
лекции	12
практические занятия	26
Самостоятельная работа	70
Промежуточная аттестация	
Зачет	3 семестр

г. Ставрополь, 2023 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
<b>ОПК-1.</b> Способен анализировать, обобщать и использовать фундаментальные и прикладные знания в области биотехнологии для решения существующих и новых задач в профессиональной области			
<b>Иопк-1.3</b>	Владеет информацией о проблемах безопасности в области технологии производства аналогичной продукции отечественными и международными производителями	Умеет использовать опыт отечественных и международных производителей в области биобезопасности, которая необходима при производстве аналогичной продукции	Владеет навыками использования опыта в области биобезопасности, накопленного отечественными и международными производителями в области технологии производства аналогичной продукции

<b>ОПК-2. Способен использовать специализированное программное обеспечение, базы данных, адаптировать известные программные продукты, элементы искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности</b>			
<b>И опк-2.1</b> Учитывает экономические, экологические, социальные и другие ограничения при разработке инновационных решений	Знает, какие экономические, экологические, социальные и другие ограничения должны учитываться при разработке инновационных решений	При разработке инновационных решений может учитывать экономические, экологические, социальные и другие ограничения	Владеет навыками соблюдения экономических, экологических, социальных и других ограничений при разработке инновационных решений
<b>И опк-2.2</b> Адаптирует известные программные продукты, элементы искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности	Знает методологию использования известных программных продуктов, элементов искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности	Использовать элементы искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности	Работы с известными программными продуктами
<b>ОПК-3 Способен разрабатывать алгоритмы и участвовать в разработке программ в сфере своей профессиональной деятельности</b>			
<b>И опк-3.1</b> При решении прикладных задач разрабатывает алгоритмы, необходимые для разработки программ, используемых в профессиональной деятельности биотехнолога	Знает пути создания алгоритмов, необходимых для разработки программ, используемых в профессиональной деятельности	Разрабатывает алгоритмы, необходимые для разработки программ, используемых в профессиональной деятельности При решении прикладных задач	Разработки алгоритмов исследования, необходимые для разработки программ
<b>И опк-3.2</b> Применяет алгоритмы, необходимые для разработки программ, используемых в профессиональной деятельности биотехнолога	Знает какие алгоритмы необходимы для разработки программ, используемых в профессиональной деятельности биотехнолога	Применяет алгоритмы, необходимые для разработки программ, используемых в профессиональной деятельности биотехнолога	Применения алгоритмов, необходимых для разработки программ

- 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
5	Раздел 1. Общие сведения о математических моделях и компьютерном моделировании	4	–	–	–	–	–	–	10
5	Раздел 2. Математические и кинетические модели биотехнологических процессов	–	4	–	–	–	–	–	20
5	Раздел 3. Компьютерное моделирование простейших типовых биотехнологических процессов и систем	–	4	–	–	–	–	–	30
5	Промежуточная аттестация: зачет								
	<b>Итого по дисциплине:</b>	<b>12</b>	<b>26</b>		–	–		–	<b>90</b>
	<b>Часов 108</b>   <b>Зач.ед. 3</b>	<b>38</b>					<b>70</b>		
	Объём профессиональной практической подготовки	0 час/ 0%					0 час/0,0%		
	Объём профессионально направленной подготовки	38 час /100,0 %					70 час/ 199 %		

## 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
<b>Иопк-1.3</b>	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.
<b>И опк 2.1</b>	Раздел 2. Математические и кинетические модели биотехнологических про-	Основные виды биохимической деятельности микробиообъектов. Математическое описание биотехнологических процессов. Описание биосинтеза продукта однофакторными или многофакторными уравнениями.

	цессов	
<b>Иопк 3.1</b>	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	Классификация моделей	2	1. Физические модели 2. Аналоговые модели	Очная	ПНП
1	Организация процесса компьютерного моделирования	2	1. Вычислительный эксперимент 2. Классификация методов построения математических моделей	Очная	ПНП
2	Модели динамики биологических систем	2	1. Прогрессия размножения 2. Моделирование численности взаимодействующих популяций 3. Модель баланса вещества и энергии	Очная	ПНП
2	Модели динамики биологических систем	2	1. Биологический метод борьбы с нежелательным видом 2. Модель эпидемии 3. Модели динамики возрастных групп	Очная	ПНП
3	Требования к лекарствам и современная стратегия поиска ЛС	2	1. Типичные причины отклонения лекарственных препаратов на различных этапах разработки и испытаний 2. Современная стратегия поиска ЛС	Очная	ПНП
	<b>Всего часов</b>	<b>12</b>		12	0/12

## 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. организация процесса компьютерного моделирования.	2	1. Вычислительный эксперимент 2. Классификация методов построения математических моделей	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
2	Математическое моделирование процессов периодического культивирования микроорганизмов	2	2. Кинетика роста агломерата 3. Кинетика состояния среды 4. Математическое описание процесса биосинтеза	Очная	ПНП
2	Математическое моделирование процессов непрерывного культивирования микроорганизмов	2	1. Особенности тубулярного процесса культивирования 2. Влияние теплообмена на скорость ферментации	Очная	ПНП
2	Математическое моделирование процессов непрерывного культивирования микроорганизмов	2	1. Способы распространения тепла 2. Физические закономерности, определяющие процессы, связанные с распространением тепла.		ПНП

2	Математическое моделирование процессов биотрансформации и биокатализа	2	1.Аппаратурная реализация процесса биотрансформации 2.Математическое моделирование мембранных процессов в биотехнологии	Очная	ПНП
3	Математическое моделирование биотехнологических процессов в медицине	2	1.Математическая модель противораковой операции 2.Математические модели выбора рациональных дозировок препаратов и условий проведения биокатализа с целью получения продукции с заданными составом и свойствами	Очная	ПНП
3	Высокопроизводительный скрининг в создании лекарственных препаратов при помощи компьютерного моделирования	2	1.Основы комбинаторной химии 2.Отбор библиотек соединений 3.Разбросанные и сфокусированные библиотеки	Очная	ПНП
3	Высокопроизводительный скрининг в создании лекарственных препаратов	2	1.Отбор соединений для проведения скрининга 2. Дизайн сфокусированных и диверсифицированных библиотек химических соединений	Очная	ПНП
3	Алгоритм виртуального скрининга химических соединений	2	1.Многообразие фильтров 2.Типичные фильтры	Очная	ПНП
3	Алгоритм виртуального скрининга химических соединений	2	1.Виртуальный скрининг, основанный на структуре лигандов 2.Скрининг, основанный на схожести.	Очная	ПНП
	<b>Итого</b>	<b>26</b>		<b>26</b>	<b>0/26</b>

### 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+ПП	Коды компетенции (й)
--	--	--------------------	------------------------------------	----------------------

Раздел 1. Общие сведения о математических моделях и компьютерном моделировании	Выполнение индивидуального задания (ПНП)	Индивидуальное задание	2/0	<b>И</b> опк-1.3 <b>И</b> опк-2.1 <b>И</b> опк-2.2 <b>И</b> опк-3.1 <b>И</b> опк-3.2
	Подготовка к тестированию (ПНП)	Тестовые задания	3/0	
	Самостоятельное изучение материала (ПНП)	Вопросы для изучения	5/0	
Раздел 2. Математические и кинетические модели биотехнологических процессов	Самостоятельное изучение материала (ПНП)	Вопросы для изучения	15/0	<b>И</b> опк-1.3 <b>И</b> опк-2.1 <b>И</b> опк-2.2 <b>И</b> опк-3.1 <b>И</b> опк-3.2
	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	<b>И</b> опк-1.3 <b>И</b> опк-2.1 <b>И</b> опк-2.2 <b>И</b> опк-3.1 <b>И</b> опк-3.2
	Самостоятельное изучение материала (ПНП)	Вопросы для изучения	15/0	
<b>Всего часов</b>			<b>70/0</b>	

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

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
ОПК-1	<b>И</b> опк-1.3	3	Промежуточный
ОПК-2	<b>И</b> опк-2.1 <b>И</b> опк-2.2	3	Промежуточный
ОПК-3	<b>И</b> опк-3.1 <b>И</b> опк-3.2	3	Промежуточный

#### 7.2 Описание показателей и критериев и шкал оценивания компетенций

**Компетенция ОПК-1** Способен анализировать, обобщать и использовать фундаментальные и прикладные знания в области биотехнологии для решения существующих и новых задач в профессиональной области

**И** опк-1.3 Применяет обобщенные фундаментальные и прикладные знания в области биотехнологии для решения существующих и новых прикладных задач в профессиональной области

Оцениваемый результат (дескриптор)	Критерии	Процедура оценивания
------------------------------------	----------	----------------------

торы)		оценивания	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
Знает	1.Знает алгоритм создания лекарственного препарата 2.Знает основы драг-дизайна	Описывает схему создания лекарственного препарата	Собеседование, выполнение индивидуальных заданий	Собеседование
Умеет	Применяет обобщенные фундаментальные и прикладные знания в области создания лекарственного препарата	Умеет применять обобщенные фундаментальные и прикладные знания для освоения методологии драг-дизайна	Выполнение индивидуальных заданий, Собеседование	Собеседование
Владеет навыком	Применяет обобщенные фундаментальные и прикладные знания в области создания лекарственного препарата	Владеет навыком интеграции полученных знаний в проектную задачу	Выполнение индивидуальных заданий	Собеседование

**Компетенция ОПК-2** Способен использовать специализированное программное обеспечение, базы данных, адаптировать известные программные продукты, элементы искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности

**И онк-2.1** Использует специализированное программное обеспечение и известные программные продукты в профессиональной деятельности, при работе с электронными документами.

Оцениваемый результат (дескрипторы)		Критерии оценивания	Процедура оценивания	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
Знает	Знает алгоритм работы со специализированным программным обеспечением и известными программными продуктами в профессиональной деятельности, при работе с электронными документами.	Описывает алгоритм работы со специализированным программным обеспечением, позволяющим осуществлять драг-дизайн	Собеседование, выполнение индивидуальных заданий	Собеседование
Умеет	Работает с электронными документами и известными программными продуктами	Проводит филогенетический анализ стратегий современного драг-дизайна, описывает важность его базовых принципов	Выполнение индивидуальных заданий, Собеседование	Собеседование

Владеет навыком	Использования специализированного программного обеспечения и известных программных продуктов в профессиональной деятельности	Интегрирует полученные знания в изучение методов драг-дизайна	Выполнение индивидуальных заданий	Собеседование
--------------------	--	---	-----------------------------------	---------------

**И опк-2.2** Адаптирует известные программные продукты, элементы искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности

Оцениваемый результат (дескрипторы)		Критерии оценивания	Процедура оценивания	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
Знает	Знает методологию использования известных программных продуктов, элементов искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности	1.Представляет примеры современного состояния методов решения задач профессиональной деятельности в области драг-дизайна 2.Характеризует компьютерные методы, используемые в драг-дизайне	Собеседование, выполнение индивидуальных заданий	Собеседование
Умеет	Использовать элементы искусственного интеллекта для решения задач профессиональной деятельности	Описывает базовые принципы методов драг-дизайна	Выполнение индивидуальных заданий, Собеседование	Собеседование
Владеет навыком	Работы с известными программными продуктами	Анализа возможностей компьютерных методов, используемые в драг-дизайне	Выполнение индивидуальных заданий	Собеседование

**Компетенция ОПК-3** Способен разрабатывать алгоритмы и участвовать в разработке программ в сфере своей профессиональной деятельности

**И опк-3.1** Владеет принципами использования алгоритмов, необходимых для разработки программ, используемых в профессиональной деятельности

Оцениваемый результат (дескрипторы)		Критерии оценивания	Процедура оценивания	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация

Знает	Принципы разработки алгоритмов, необходимых для разработки программ, используемых в профессиональной деятельности биотехнолога	Знает алгоритмы программ разработки лекарственных препаратов	Собеседование, выполнение индивидуальных заданий	Собеседование
Умеет	При решении прикладных задач использует принципы разработки алгоритмов исследования	Анализирует пути разработки лекарственных препаратов при необходимости решения прикладных задач	Выполнение индивидуальных заданий, Собеседование	Собеседование
Владеет навыком	Использования алгоритмов разработки лекарственных препаратов	Интегрирует полученные знания в проектную задачу	Выполнение индивидуальных заданий	Собеседование

**И опк-3.2** Применяет алгоритмы, необходимые для разработки программ, используемых в профессиональной деятельности

Оцениваемый результат (дескрипторы)		Критерии оценивания	Процедура оценивания	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
Знает	Алгоритмы, необходимые для разработки программ создания новых лекарственных препаратов	1.Характеризует основные принципы и компоненты, необходимые для создания лекарственного препарата 2.Описывает основные требования к разработке нового препарата	Собеседование, выполнение индивидуальных заданий	Собеседование
Умеет	Разрабатывать стратегии использования алгоритмов создания новых лекарственных препаратов	Представляет алгоритмы создания новых препаратов	Выполнение индивидуальных заданий, Собеседование	Собеседование

Владеет навыком	Интеграции полученных знаний в проектную задачу	Представляет результаты проектной задачи	Выполнение индивидуальных заданий	Собеседование
--------------------	---	--	-----------------------------------	---------------

### 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: <a href="https://tstu.ru/book/elib/pdf/2005/dvorez1.pdf">https://tstu.ru/book/elib/pdf/2005/dvorez1.pdf</a>

<p>МГУПБ, 2003. Ч. 1. 116 с.  Протопопов И.И., Пашенко Ф.Ф., Дургарян И.С. Компьютерное моделирование биотехнологических систем: Учеб. пособие. М.: МГУПБ, 2004. Ч. 2. 68 с.  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: <a href="https://biblioteka.sibsau.ru/pdf/izdv/izdv_sibgtu/Mironov_Modelirovanie_2018.pdf">https://biblioteka.sibsau.ru/pdf/izdv/izdv_sibgtu/Mironov_Modelirovanie_2018.pdf</a></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. <a href="https://www.studmed.ru/view/dvoreckiy-si-kompyuternoe-modelirovanie-i-optimizaciya-tehnologicheskikh-processov-i-oborudovaniya_b119c62fb78.html?page=1">https://www.studmed.ru/view/dvoreckiy-si-kompyuternoe-modelirovanie-i-optimizaciya-tehnologicheskikh-processov-i-oborudovaniya_b119c62fb78.html?page=1</a></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.  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: <a href="https://e.lanbook.com/book/44336?category_pk=917">https://e.lanbook.com/book/44336?category_pk=917</a>  2. Гумеров, А.М. Математическое моделирование химикотехнологических процессов. – СПб.: Лань, 2014. – 176 с. <a href="https://e.lanbook.com/book/211445">https://e.lanbook.com/book/211445</a>  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: <a href="https://e.lanbook.com/book/2119">https://e.lanbook.com/book/2119</a></p>

- 1. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы, ЭБС**
- 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>
- База данных ZINC - <http://zinc.docking.org/>
- Драг-дизайн: как в современном мире создаются новые лекарства. — Режим доступа: <http://biomolecula.ru/content/15>
- Электронный образовательный ресурс «Хемоинформатика и молекулярное моделирование». – Режим доступа: <http://zilant.kfu-elearning.ru/course/view.php?id=376>

## 10. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

<b>Наименование</b>	<b>Договор</b>
Сервис проверки уникальности текста	Договор № 149/ЗК от 24.07.2023
Платформа видеоконференций Webinar	Договор № С-9820 от 14.12.2022
1С: Университет Проф	Договор № 27 от 30.04.2014
kaspersky endpoint security	Договор № 179/ЗК от 18.08.2023
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	Договор № 318/ЭТ от 09.01.2023

## **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

### **11.2 Технические средства обучения**

Для реализации дисциплины используются следующие технические средства:

- технические средства передачи учебной информации – проекционная аппаратура широкого назначения;
- технические средства контроля знаний - компьютерные программы в подсистеме 1-С, применяющиеся для проведения текущего контроля знаний учащихся.

### **11.3 Помещения для самостоятельной работы**

Помещения оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета

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

Заерко В.И.

Согласована и рекомендована к использованию в образовательном процессе для обучающихся по направлению подготовки 19.04.01 Биотехнология 2023 года набора очной формы обучения 31.05.2023

Руководитель ОПОП ВО

Топчий М.В.

Декан факультета гуманитарного  
и медико-биологического образования

Федько Н.А.