



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Казанский государственный аграрный университет»
(ФГБОУ ВО Казанский ГАУ)**

Институт экономики
Кафедра цифровых технологий и прикладной информатики

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 00861D77F7F654DB91BE53EB1C33DC7D39
Владелец: Дмитриев Андрей Владимирович
Действителен: с 16.07.2026 до 09.10.2027

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебной
работе, доцент
_____ А.В. Дмитриев
«21» мая 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

**Б1.О.28 КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ**

Направление подготовки
19.03.01 Биотехнология

Направленность (профиль) подготовки
Биотехнология молока и молочных продуктов

Уровень
бакалавриата

Форма обучения
очная

Казань - 2026

Составитель: К.В.Н., доцент
Должность, ученая степень, ученое звание

Макаров А.С.
Ф.И.О.

Рабочая программа дисциплины обсуждена и одобрена на заседании кафедры цифровых технологий и прикладной информатики «22» апреля 2026 года (протокол № 12)

Заведующий кафедрой:

К.Э.Н., доцент
Должность, ученая степень, ученое звание

Газетдинов Ш. М.
Ф.И.О.

Рассмотрены и одобрены на заседании методической комиссии Института экономики «11» мая 2026 года (протокол № 10)

Председатель методической комиссии:

К.Э.Н., доцент
Должность, ученая степень, ученое звание

Авхадиев Ф. Н.
Ф.И.О.

Согласовано:

Директор (декан)

Низамутдинов М. М.
Ф.И.О.

Протокол ученого совета института экономики № 9 от «19» мая 2026 года

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

В результате освоения ОПОП бакалавриата по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, направленность (профиль) Биотехнология молока и молочных продуктов, обучающийся по дисциплине «Компьютерное моделирование биотехнологических процессов» должен овладеть следующими результатами:

Код индикатора достижения компетенции	Индикатор достижения компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ОПК-2. Способен осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ профессиональной информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий, включая проведение расчетов и моделирование, с учетом основных требований информационной безопасности		
ОПК-2.2	Проводит расчеты и моделирование с учетом требований информационной безопасности	Знать: методы расчетов и моделирования с учетом требований информационной безопасности Уметь: проводить расчеты и моделирование с учетом требований информационной безопасности Владеть: навыками проведения расчетов и моделирования с учетом требований информационной безопасности
ОПК-3. Способен принимать участие в разработке алгоритмов и программ, пригодных для практического применения в сфере своей профессиональной деятельности		
ОПК-3.1	Принимает участие в разработке алгоритмов и программ для практического применения в сфере профессиональной деятельности	Знать: методы разработки алгоритмов и программ для практического применения в сфере профессиональной деятельности Уметь: разрабатывать алгоритмы и программы для практического применения в сфере профессиональной деятельности Владеть: методами разработки алгоритмов и программ для практического применения в сфере профессиональной деятельности
ОПК-3.2	Демонстрирует навыки использования алгоритмов и программ при решении задач профессиональной деятельности	Знать: методы использования алгоритмов и программ при решении задач профессиональной деятельности Уметь: использовать алгоритмы и программы при решении задач профессиональной деятельности Владеть: навыками использования алгоритмов и программ при решении задач профессиональной деятельности
ОПК-4. Способен проектировать отдельные элементы технических и технологических систем, технических объектов, технологических процессов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных и технологических знаний		
ОПК-4.1	Проектирует отдельные элементы технических и технологических	Знать: основные требования к проектам предметной области и аппаратурное оформление процессов

	систем, технических объектов биотехнологического производства на основе применения базовых инженерных знаний	Уметь: подбирать оптимальный вариант оборудования для решения конкретных технологических задач Владеть: методами расчета и оптимизации типового оборудования биотехнологии
--	--	---

2. Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина «Компьютерное моделирование биотехнологических производств» к части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1 Дисциплины. Изучается в 4 семестре на 2 курсе при очной форме обучения.

Изучение дисциплины предполагает предварительное освоение следующих дисциплин учебного плана: «Основы биотехнологии», «Информатика», «Основы биохимии и молекулярной биологии».

Дисциплина является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Оборудование предприятий биотехнологической промышленности», «Современные методы исследования сырья и биотехнологической продукции», «Основы научных исследований».

3. 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

Общая трудоемкость дисциплины составляет: 4 зачетных единиц, 144 часов

Таблица 3.1 - Распределение фонда времени по семестрам и видам занятий

Вид учебных занятий	Очное обучение
	4 семестр
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего, час)	85
в том числе:	
- лекции, час	34
в том числе в виде практической подготовки (при наличии), час	-
- лабораторные занятия, час	16
в том числе в виде практической подготовки (при наличии), час	
- практические занятия	34
- зачёт с оценкой, час	1
Самостоятельная работа обучающихся (всего, час)	57
в том числе:	
- подготовка к лабораторным, практическим занятиям, час	30
- работа с тестами и вопросами для самоподготовки, час	17
- выполнение контрольной работы, час	-
- подготовка к зачёту, час	10
Общая трудоёмкость,	час
	144
	з.е.
	4

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

Таблица 4.1 - Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий
(в академических часах)

№ тем ы	Раздел дисциплины	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость, час									
		лекции		практ. работы		лаборатор. работы		всего ауд. часов		самост. работа	
		очн	заоч	очн	заоч	очн	заоч	очн	заоч	очн	заоч
1	Общие сведения о математических моделях и компьютерном моделировании	4						4		6	
2	Методология компьютерного моделирования	6		4		2		12		6	
3	Математические и кинетические модели биотехнологических процессов	6		4		2		12		6	
4	Примеры компьютерного моделирования простейших типовых биотехнологических процессов и систем	8		4		6		18		6	
5	Биометрия	2		4		4		10		7	
6	Значение биометрии в исследовательской работе и профессиональной подготовке специалистов биологического профиля.	8		18		2		28		26	
	Итого	34		34	-	16		84		57	

Таблица 4.2 - Содержание дисциплины, структурированное по разделам и темам

№	Содержание раздела (темы) дисциплины	Время, ак.час (очно/заочно)			
		очно		заочно	
		всего	в том числе в форме практической подготовки (при наличии)	всего	в том числе в форме практической подготовки (при наличии)
1	Раздел 1. Общие сведения о математических моделях и компьютерном моделировании				
	<i>Лекции</i>				
1.1	Введение. Общие сведения о математических моделях и компьютерном моделировании. Математические модели.	4	-		
2	Раздел 2. Методология компьютерного моделирования				
	<i>Лекции</i>				
2.1	Методология компьютерного моделирования. Этапы. Технология.	6			
	<i>Практическая работа</i>				
2.2	Построение модели роста микробной популяции. Построение модели	4			
	<i>Лабораторные работы</i>				

2.3	Построение модели роста микробной популяции. Решение модели на компьютере	2			
3	Раздел 3. Математические и кинетические модели биотехнологических процессов				
<i>Лекции</i>					
3.1	Математические и кинетические модели биотехнологических процессов. Биотехнология. Основные виды биохимической деятельности микроорганизмов. Клеточные автоматы.	6			
Практическая работа					
3.2	Построение модели биосинтеза продукта и потребления субстрата. Построение модели.	4			
<i>Лабораторные работы</i>					
3.3	Построение модели биосинтеза продукта и потребления субстрата. Решение модели на компьютере	2			
4	Раздел 4. Примеры компьютерного моделирования простейших типовых биотехнологических процессов и систем				
<i>Лекции</i>					
4.1	Математическое моделирование процессов периодического культивирования микроорганизмов. Математическое моделирование процессов непрерывного культивирования микроорганизмов. Структурная схема математической модели ферментатора. Математическое моделирование процессов биотрансформации и биокатализа. Математическое моделирование мембранных процессов в биотехнологии. Математическое моделирование биотехнологических процессов в медицине.	8			
Практическая работа					
4.2	Оптимизация ферментационных сред и условий ведения процесса с использованием экспериментального метода моделирования. Построение модели	4			
<i>Лабораторные работы</i>					
4.3	Оптимизация ферментационных сред и условий ведения процесса с использованием экспериментального метода моделирования. Решение модели на компьютере	6			
5	Раздел 5. Биометрия				
<i>Лекции</i>					

5.1	Биометрия, как наука. Роль биометрии в науке и эксперименте. Специфика биометрии, ее место в системе биологических наук.	2			
<i>Практические занятия</i>					
5.2	Оценка вероятности наступления того или иного события с помощью встроенной функции MS Excel Биномрасп.	4			
<i>Лабораторные работы</i>					
5.3	Доверительный интервал для генерального среднего. Оценка нормальности распределения выборки.	4			
6	Раздел 6. Значение биометрии в исследовательской работе и профессиональной подготовке специалистов биологического профиля.				
<i>Лекции</i>					
6.1	История биометрии. Связь биологии с математикой. Теория вероятностей и математическая статистика. Выборочный метод. Выборка и её репрезентативность. Правила формирования и характеристики выборки. Анализ выборки, вариационный ряд. Доверительный интервал для среднего. Корреляционный анализ. Линейная регрессия. Дисперсионный анализ. Сравнение двух выборок.	8			
<i>Практические занятия</i>					
6.2	Корреляционный анализ. Регрессионный анализ. Сравнение двух выборок параметрическими методами. Сравнение двух выборок непараметрическими методами.	18			
<i>Лабораторные работы</i>					
6.3	Анализ выборки. Встроенные статистические инструменты MS Excel	2			

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

1. Панков А.О. Лабораторный практикум по моделированию биотехнологических процессов: Учебное пособие. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2022. - 140 с.
2. Панков А.О. Компьютерное моделирование процессов биотехнологии: курс лекций – Казань: КГАУ, 2022. – 140 с.

6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Представлен в приложении к рабочей программе дисциплины «Компьютерное моделирование биотехнологических процессов»

7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)

Основная учебная литература

1. Миронов, П. В. Моделирование и масштабирование биотехнологических процессов : учебное пособие / П. В. Миронов, Е. В. Алаудинова, В. В. Тарнопольская. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2017. — 114 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/147483> (дата обращения: 17.05.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Лущик, В. Имитационное моделирование в промышленной биотехнологии : монография / В. Лущик. - Германия : LAP LAMBERT Acad. Publ., 2017. - 61 с. - ISBN 978-3-659-71068-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1079106> (дата обращения: 17.05.2022). — Режим доступа: по подписке.
3. Пономарев, В. Б. Математическая обработка результатов инженерного эксперимента : учебное пособие / В. Б. Пономарев, А. Б. Лошкарев. - 2-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА : Изд-во Урал. ун-та, 2022. - 104 с. - ISBN 978-5-9765-5017-9 (ФЛИНТА) ; ISBN 978-5-7996-2784-3 (Изд-во Урал. ун-та). - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1891376> (дата обращения: 17.05.2022). — Режим доступа: по подписке.

Дополнительная учебная литература

1. Муртазаева, Р. Н. Инновационное развитие агропромышленного комплек-са: Учебное пособие / Муртазаева Р.Н. - Волгоград:Волгоградский государственный аграрный университет, 2018. - 164 с.: ISBN. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1007908> (дата обращения: 17.05.2022). — Режим доступа: по подписке.
2. Ефремов, Г. И. Моделирование химико-технологических процессов : учебник / Г.И. Ефремов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 260 с. + Доп. материалы [Электронный ресурс]. — (Высшее образование: Бакалавриат). — DOI 10.12737/1090526. - ISBN 978-5-16-016255-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1090526> (дата обращения: 17.05.2022). — Режим доступа: по подписке.
3. Загкейм, А. Ю. Общая химическая технология: введение в моделирование химико-технологических процессов : учебное пособие / А. Ю. Загкейм. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва : Логос, 2020. - 304 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-497-1. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1212487> (дата обращения: 17.05.2022). — Режим доступа: по подписке..
4. Никоненко, В. А. Математическое моделирование технологических процессов : моделирование в среде MathCAD : практикум / В. А. Никоненко ; под. ред. Г. Д. Кузнецова. - Москва : ИД МИСиС, 2001. - 48 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1231410> (дата обращения: 17.05.2022). — Режим доступа: по подписке.
5. Розин, К. М. Моделирование физических и технологических процессов : учебное пособие / К. М. Розин, К. В. Закутайлов. - Москва : Изд. Дом МИСиС, 2009. - 103 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1231406> (дата обращения: 17.05.2022). — Режим доступа: по подписке.
6. Математическое программирование: теория и методы : учебное пособие / Н. В. Гредасова, А. Н. Сесекин, А. Ф. Шориков, М. А. Плескунов. - 2-е изд., стер. - Москва : ФЛИНТА : Изд-во Урал. ун-та, 2022. - 200 с. - ISBN 978-5-9765-4995-1 (ФЛИНТА) ; ISBN 978-5-7996-3093-5 (Изд-во Урал. ун-та). - Текст : электронный. - URL:

<https://znanium.com/catalog/product/1891375> (дата обращения: 17.05.2022). – Режим доступа: по подписке.

8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины (модуля)

1. Официальный интернет-портал Министерства сельского хозяйства РФ (Минсельхоз России). <http://www.mcx.gov.ru/>
2. Официальный интернет-портал Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Татарстан. <http://agro.tatarstan.ru/>
3. Электронно-библиотечная система «Лань» <https://e.lanbook.com>
4. Электронно-библиотечная система «Znanium.com» <https://znanium.com>

9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными видами учебных занятий для студентов по данному курсу учебной дисциплины являются: лекции, лабораторные занятия и самостоятельная работа студентов.

Методические указания к лекционным занятиям. В лекциях излагаются основные теоретические сведения, составляющие научную концепцию курса. Для успешного освоения лекционного материала рекомендуется:

- после прослушивания лекции прочитать её в тот же день;
- выделить маркерами основные положения лекции;
- структурировать лекционный материал с помощью заметок на полях в соответствии с примерными вопросами для подготовки.

В процессе лекционного занятия студент должен выделять важные моменты, выводы, основные положения, выделять ключевые слова, термины. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе или сети «Интернет». Если самостоятельно не удаётся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на занятии. Студенту рекомендуется во время лекции участвовать в обсуждении проблемных вопросов, высказывать и аргументировать своё мнение. Это способствует лучшему усвоению материала лекции и облегчает запоминание отдельных выводов. Прослушанный материал лекции студент должен проработать. От того, насколько эффективно это будет сделано, зависит и прочность усвоения знаний. Рекомендуется перечитать текст лекции, выявить основные моменты в каждом вопросе, затем ознакомиться с изложением соответствующей темы в учебниках, проанализировать дополнительную учебно-методическую и научную литературу по теме, расширив и углубив свои знания. В процессе рекомендуется выписывать из изученной литературы и подбирать свои примеры к изложенным на лекции положениям.

Методические рекомендации студентам к практическим занятиям. Важной составной частью учебного процесса в вузе являются практические занятия которые помогают студентам глубже усвоить учебный материал, приобрести практические навыки и навыки творческой работы над учебной, научной литературой, нормативными правовыми документами. Планы практических занятий, их тематика, рекомендуемая литература, цель и задачи ее изучения сообщаются преподавателем на вводных занятиях или в методических указаниях по данной дисциплине.

Методические рекомендации студентам к лабораторным занятиям. При подготовке к лабораторным занятиям рекомендуется следующий порядок действий:

1. Внимательно проанализировать поставленные вопросы, определить объем изложенного материала, который необходимо усвоить.
2. Изучить лекционные материалы, соотнося их с вопросами, вынесенными на обсуждение.

3. Прочитать рекомендованную обязательную и дополнительную литературу, дополняя лекционный материал (желательно делать письменные заметки).
4. Отметить положения, которые требуют уточнения, зафиксировать возникшие вопросы.
5. После усвоения теоретического материала необходимо приступать к выполнению лабораторного задания.

Методические рекомендации студентам к самостоятельной работе.

Самостоятельная работа студентов является составной частью их учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний.

Самостоятельная работа студентов включает в себя освоение теоретического материала на основе лекций, основной и дополнительной литературы; подготовку к лабораторным занятиям в индивидуальном и групповом режиме. Советы по самостоятельной работе с точки зрения использования литературы, времени, глубины проработки темы и др., а также контроль за деятельностью студента осуществляется во время занятий.

Целью преподавателя является стимулирование самостоятельного, углублённого изучения материала курса, хорошо структурированное, последовательное изложение теории на лекциях, отработка навыков решения задач, контроль знаний студентов.

При подготовке к лабораторным занятиям и выполнении контрольных заданий студентам следует использовать литературу из приведенного в данной программе списка, а также руководствоваться указаниями и рекомендациями преподавателя.

Специфика дисциплины определяет необходимость работы с массивом законодательных и нормативных документов, которая по заданию преподавателя может осуществляться в следующих формах:

- Составление опорного конспекта - вид самостоятельной работы студента по созданию краткой информационной структуры, обобщающей и отражающей суть материала изучаемых нормативных документов. Опорный конспект призван выделить главные объекты изучения, дать им краткую характеристику. Используя символы, отразить связь с другими элементами. Основная цель опорного конспекта - облегчить запоминание. В его составлении используются различные базовые понятия, термины, знаки (символы) – опорные сигналы.

- Составление сводной (обобщающей) таблицы по теме – это вид самостоятельной работы студента по систематизации объемной информации, которая сводится (обобщается) в рамке таблицы. Формирование структуры таблицы отражает склонность студента к систематизации материала и отражает его умения по структурированию информации. Такие таблицы создаются как помощь в изучении большого объема информации, желая придать ему оптимальную форму для запоминания.

- Составление схемы, иллюстрации (рисунка) - это более простой способ отображения информации. Целью этой работы является развития умения студентов выделять главные элементы, устанавливать между ними соотношения, отслеживать ход развития, изменения какого-либо процесса, явления, соотношения каких-либо величин и т.д. Второстепенные детали описательного характера опускаются. Рисунки носят чаще схематический характер. В них выделяются и обозначаются общие элементы, их топографические соотношения. Рисунком может быть отображение действия, что способствует наглядности и, соответственно, лучшему запоминанию алгоритма.

Перечень методических указаний по дисциплине:

1. Панков А.О. Лабораторный практикум по моделированию биотехнологических процессов: Учебное пособие. – Казань: Изд-во Казанского ГАУ, 2022. - 140 с.
2. Панков А.О. Компьютерное моделирование процессов биотехнологии: курс лекций – Казань: КГАУ, 2022. – 140 с.

10 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

Форма проведения занятия, самостоятельной работы	Используемые информационные технологии	Перечень информационных справочных систем (при необходимости)	Перечень программного обеспечения
лекции	Мультимедийные технологии	Нет	1.ОС MS Windows 10 2.Офисное ПО из состава пакета MS OfficePro 2007 и MS OfficePro 2021
Практические занятия			
Самостоятельная работа			

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

Лекции	Лекционная аудитория. Столы, скамейки для обучающихся; трибуна для лектора; доска аудиторная; проектор мультимедийный EPSON EB-X6, экран, ноутбук Samsung, Sony, компьютер портативный ASUS
Лабораторные и практические работы	Компьютерный класс для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультации, текущего контроля и промежуточной аттестации. Столы, стулья для обучающихся, рабочие места для работы за ПК., комплекты ПК стол, стул для преподавателя; доска аудиторная, ноутбук Sumsung, Sony, компьютер портативный ASUS, компьютеры
Самостоятельная работа	Компьютерный класс для самостоятельной работы. Столы, стулья для обучающихся, рабочие места для работы за ПК., комплекты ПК стол, стул для преподавателя; электронная доска, проектор, ноутбук Sumsung, Sony, компьютер портативный ASUS, компьютеры