

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Горский государственный аграрный университет»  
(ФГБОУ ВО Горский ГАУ)

Факультет биотехнологии

Кафедра биотехнологии и стандартизации

Учебный год 2023-2024

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.15 КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И СИСТЕМ

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ -

ПРОГРАММА БАКАЛАВРИАТА

Наименование направления подготовки/специальности	19.03.01 Биотехнология
Направленность (профиль)	Промышленная биотехнология и биоинженерия
Реквизиты федерального государственного образовательного стандарта высшего образования	Приказ Минобрнауки России от 10 августа 2021 г. № 736
Год начала подготовки	2022
Очная форма обучения - учебные планы по годам приема	2023
Заочная форма обучения - учебные планы по годам приема	2023
Номер по реестру ОП ВО ФГБОУ ВО Горский ГАУ	Б-190301-2022
Реквизиты решения ученого совета ФГБОУ ВО Горский ГАУ об утверждении ОП ВО	Протокол от 11 апреля 2023 г. №6
Реквизиты приказа ректора или уполномоченного лица об утверждении ОП ВО	Приказ врио ректора от 11 апреля 2023 г. № 85/06
Место дисциплины в структуре учебного плана	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
Количество зачетных единиц	3

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

№ №	Планируемые результаты освоения образовательной программы		Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
	Наименование категории (группы) компетенций	Код и наименование компетенции		
1	Информационная среда и цифровая экономика	ОПК-3. Способен принимать участие в разработке алгоритмов и программ, пригодных для практического применения в сфере своей профессиональной деятельности.	ОПК-3.И-1. Понимает логику и принципы построения алгоритмических структур.	Знает специфику проектных работ в системах автоматизированного проектирования (САПР).
				Умеет использовать современные информационные технологии на биотехнологическом производстве, в том числе базы данных и пакеты прикладных программ; использовать современные системы для автоматизированного проектирования.
				Владеет методами математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при проектировании; комплексом средств автоматизации для решения проектных задач; методиками подбора и проведения, необходимых автоматизированных расчетов оборудования для ведения процессов биотехнологических производств.

## 2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ И ВИДЫ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 2.1. Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности и формам обучения:

Виды учебной деятельности	Всего часов <u>108</u> , в том числе часов:	
	Очная форма обучения	Заочная форма обучения
Лекционные занятия	36	4
Лабораторные занятия	36	4
Самостоятельная работа	36	96
Контроль	-	4
Форма промежуточной аттестации	Зачет	

### 2.2. Трудоемкость дисциплины по (разделам) темам:

№ № п/п	Наименование разделов, тем	Всего часов					
		Очная форма обучения			Заочная форма обучения		
		Лекции	Лабораторные занятия	СРС	Лекции	Лабораторные занятия	СРС
<i>Раздел 1. Теория моделирования. Программные средства моделирования</i>							
1.1	Основные понятия теории моделирования	6	4	4	2	2	12
1.2	Программные средства моделирования	4	4	4			12
<i>Раздел 2. Математическое и компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем</i>							
2.1	Основы принятия решений и ситуационного моделирования	4	2	2			6
2.2	Возможности применения компьютерных технологий	2	2	2			6
2.3	Компьютерные технологии при проектировании технологического оборудования	6	6	8			20
2.4	Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем	6	8	8	2	2	20
2.5	Математическое моделирование биотехнологических процессов	6	8	6			16
2.6	Использование компьютерного мониторинга для повышения эффективности работы	2	2	2			4

	предприятия						
	Итого часов:	36	36	36	4	4	96

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО РАЗДЕЛАМ (ТЕМАМ)

*Раздел 1. Теория моделирования. Программные средства моделирования*

*Тема 1.1. Основные понятия теории моделирования.*

*Лекционный материал.* Цели и задачи дисциплины. Перспективы развития промышленной биотехнологии и биоинженерии. Модель и моделирование. Классификация моделей. Этапы разработки моделей.

*Вопросы лабораторных занятий:* Современные средства моделирования, представленные на ИТ рынке.

*Задание для самостоятельной работы:* Классификация абстрактных моделей - вербальные модели, математические модели, информационные модели.

*Тема 1.2. Программные средства моделирования.*

*Лекционный материал.* Требования к моделям. Программные средства моделирования. Методы моделирования.

*Вопросы лабораторных занятий:* Моделируемый объект – клеточная популяция.

*Задание для самостоятельной работы:* Моделирование процессов массоэнергопереноса - уравнение конвективного переноса массы, уравнение переноса теплоты.

*Раздел 2. Математическое и компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем.*

*Тема 2.1. Основы принятия решений и ситуационного моделирования.*

*Лекционный материал.* Основные понятия теории принятия решений. Ситуационное моделирование систем.

*Вопросы лабораторных занятий:* Экспоненциальная фаза роста клеточных культур. Ингибирование и активация клеточного роста. Кинетика клеточного роста в переходном состоянии. Кинетика тепловой гибели клеток и спор.

*Задание для самостоятельной работы:* Оптимизация технологических процессов и аппаратов - математическое программирование и задачи оптимизации, понятия классической теории оптимизации.

*Тема 2.2. Возможности применения компьютерных технологий.*

*Лекционный материал.* Информационная система и ее компоненты. Виды компьютерных технологий и обрабатываемой информации. Классификация информационных систем по обеспечиваемой поддержке.

*Вопросы лабораторных занятий:* Неструктурированные модели клеточного роста в периодических процессах. Структурированные модели кинетики клеточного роста. Оптимизация клеточного роста.

*Задание для самостоятельной работы:* Кинетика образования популяциями клеток продуктов метаболизма.

*Тема 2.3. Компьютерные технологии при проектировании технологического оборудования.*

*Лекционный материал.* Создание виртуальных объектов. Элементы управления компьютерными моделями машин. Редактирование объектов. Возможности задания технологического цикла машины.

*Вопросы лабораторных занятий:* Методика разработки программ моделирования машин.

*Тема 2.4. Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем.*

*Лекционный материал.* Общие сведения о математических моделях и компьютерном моделировании. Методология компьютерного моделирования.

*Вопросы лабораторных занятий:* Математические и кинетические модели биотехнологических процессов.

*Задание для самостоятельной работы:* Сегрегированные модели кинетики клеточного роста и образования продуктов метаболизма.

*Тема 2.5. Математическое моделирование биотехнологических процессов.*

*Лекционный материал.* Оптимизация технологических процессов биотехнологического производства целевых продуктов. Математическое моделирование процессов периодического культивирования микроорганизмов. Математическое моделирование процессов непрерывного культивирования микроорганизмов.

*Вопросы лабораторных занятий:* Математическое моделирование мембранных процессов в биотехнологии. Математическое моделирование биотехнологических процессов в медицине.

*Задание для самостоятельной работы:* Математическое моделирование процессов биотрансформации и биокатализа.

*Тема 2.6.* Использование компьютерного мониторинга для повышения эффективности работы предприятия.

*Лекционный материал.* Описание существующих моделей мониторинга компьютерной сети. Анализ существующих разработок.

*Вопросы лабораторных занятий:* Использование пакетов прикладных программ AutoCAD и Компас для автоматизации инженерно-графических работ.

*Задание для самостоятельной работы:* Особенности использования пакета Компас для автоматизации инженерно-графических работ. Возможности использования электронных баз данных.

## 4. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1. ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев, Г. В. Системный подход в пищевой инженерии. Общие определения и некоторые приложения : учебное пособие / Г. В. Алексеев, С. А. Бредихин, И. И. Холявин. — Санкт-Петербург : ГИОРД, 2017. — 160 с. — ISBN 978-5-98879-202-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/91634>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Бобренева, И. В. Математическое моделирование в технологиях продуктов питания животного происхождения : учебное пособие / И. В. Бобренева, С. В. Николаева. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 124 с. — ISBN 978-5-8114-3440-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/112670>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Лисин, П. А. Компьютерное моделирование производственных процессов в пищевой промышленности : учебное пособие / П. А. Лисин. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 256 с. — ISBN 978-5-8114-1984-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/72585>). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### 4.2. ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Самойлов, Н. А. Примеры и задачи по курсу "Математическое моделирование химико-технологических процессов" : учебное пособие / Н. А. Самойлов. — 3-е изд., испр. И доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-1553-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/37356> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Петрищев, И. О. Компьютерное моделирование : учебно-методическое пособие / И. О. Петрищев, М. Г. Аббязова, А. Н. Алёнова. — Ульяновск : УлГПУ им. И.Н. Ульянова, 2017. — 49 с. — ISBN 978-5-86045-962-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/112097> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Овтов, В. А. Компьютерное моделирование : учебное пособие / В. А. Овтов. — Пенза : ПГАУ, 2016. — 83 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/142117>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Семенов, А. Г. Математическое и компьютерное моделирование : учебное пособие / А. Г. Семенов, И. А. Печерских. — Кемерово : КемГУ, 2019. — 237 с. — ISBN 978-5-8353-2427-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/134311>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

### 4.3. СОСТАВ ЛИЦЕНЗИОННОГО И СВОБОДНО РАСПРОСТРАНЯЕМОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, В ТОМ ЧИСЛЕ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

1. Microsoft Windows 7 Pro
2. Office 2007 Standard
3. Moodle 3.8
4. AutoCAD 2012 AcademicEdition New SLM ML03

### 4.4. СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ, ЭЛЕКТРОННЫЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

1. Система автоматизации библиотек ИРБИС64; ООО «ЭйВиДи –систем» <http://support.open4u.ru>
2. Электронная библиотечная система ООО «КноРус медиа» [www.book.ru](http://www.book.ru)
3. Электронная библиотечная система издательства «Лань»; [www.e.lanbook.ru](http://www.e.lanbook.ru)
4. Национальная электронная библиотека (НЭБ). <http://нэб.рф>
5. eLIBRARY.RU - Научная электронная библиотека. <https://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

## 5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ, ОБОРУДОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ

<p>Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.</p> <p>Специализированная мебель на 20 посадочных мест, доска настенная, рабочее место преподавателя. Проектор EPSON Multi Media Projector EB-824H, ноутбук Asus K52D, проекционный экран Lumien. Учебный корпус № 12. (факультет биотехнологии).</p>
<p>Учебная лаборатория для проведения лабораторных занятий.</p> <p>Специализированная мебель на 15 посадочных мест, лабораторное оборудование и приборы: прибор Кварц-24, рефрактометр ИРФ-454, анализатор молока Клевер-2, рН-метр рН 150 М, фотоэлектрокалориметр КФК-3, печь муфельная СНОЛ, микроскоп стереоскопический, микроскоп Биомед-2М, сушильный шкаф ШС-80, центрифуга ЦЛ «ОКА», весы аналитические, весы электронные СУW-420, термостат ТС-80, водяная баня, прибор для титрования, аквадистиллятор АДЭ-5; доска стационарная, рабочее место преподавателя. Учебный корпус № 12. (факультет биотехнологии).</p>
<p>Помещение для самостоятельной работы обучающихся с возможностью подключения к сети Интернет, обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Горского ГАУ, наличием необходимого комплекта лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения. Учебный корпус № 6. Библиотека.</p>
<p>Читальные залы; электронно-информационный отдел библиотеки Горского ГАУ.</p> <p>Специализированная мебель; система комфортного кондиционирования с (подогревом) форм-фактор – сплит-система GREE; книжный сканер ЭЛАР-ПланСкан АЗ-Ц; комплект компьютерной техники в сборе (10 единиц) с возможностью подключения к сети Интернет и обеспечения доступа в электронно-информационную образовательную среду Горского ГАУ. Учебный корпус № 6. Библиотека.</p>



## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА

6.1. Тематика курсовых работ (не предусмотрена).

6.2 Перечень вопросов к зачету:

*Раздел 1. Теория моделирования. Программные средства моделирования.*

1. Понятия «модель» и «моделирование».
2. Свойства модели.
3. Классификация моделей.
4. Классификация моделей по степени абстрагирования от оригинала.
5. Два типа идеального моделирования.
6. Классификация математических моделей по принадлежности к иерархическому уровню.
7. Классификация математических моделей по характеру отображаемых свойств объекта.
8. Классификация математических моделей по способу представления свойств объекта.
9. Классификация математических моделей по способу получения.
10. Классификация математических моделей по форме представления свойств объекта.
11. Классификация моделей по степени устойчивости.
12. Классификация моделей по отношению к внешним факторам.
13. Классификация моделей по отношению ко времени.
14. Этапы разработки моделей (моделирования).
15. Современные средства моделирования.
16. Базовые принципы для построения адекватной и корректной модели.
17. Основные задачи, решаемые посредством моделирования процессов.
18. Многофункциональные графические редакторы (Microsoft Visio, PowerPoint, Word).  
Преимущества и недостатки.
19. Набор требований к современному программному инструменту моделирования биопроцессов.
20. Семейство продуктов для моделирования ARIS.
21. Сведения, необходимые для успешного проведения эксперимента по имитационному моделированию.
22. Факторы, необходимые учитывать при выборе специализированного средства имитационного моделирования процессов.
23. Системы управления биопроцессами, или BPM-системы.
24. Средства мониторинга исполнения биопроцессов.
25. Структурный подход. Семейство IDEF.
26. Методология функционального моделирования IDEF0.
27. Типовой сценарий применения функционального моделирование для совершенствования деятельности компании (перечислить шаги).
28. Методология документирования технологических процессов IDEF3.
29. Указатели диаграмм IDEF3 (5 типов).
30. Фазы развития клеток культур.
31. Общие принципы моделирования популяции микроорганизмов (характеристика среды и популяции).
32. Способы описания кинетики роста популяции клеток.
33. Математические модели биологических процессов. Их классификация.
34. Способы культивирования микроорганизмов: классификация.
35. Периодические способы культивирования.
36. Промежуточные способы культивирования - продленный периодический.
37. Промежуточные способы культивирования – многоциклические процессы.
38. Промежуточные способы культивирования – полунепрерывные системы.
39. Непрерывные способы культивирования – система идеального смешения.
40. Непрерывные способы культивирования – система идеального вытеснения
41. Непрерывные способы культивирования – система твердожидкостного типа.
42. Идеальные реакторы для изучения кинетики клеточного роста.
43. Идеальный реактор периодического действия.
44. Идеальный поточный реактор с полным перемешиванием (ПРПП).

45. Экспоненциальная фаза роста клеточных культур: кинетика сбалансированного роста.
46. Экспоненциальная фаза роста клеточных культур: уравнение Моно для кинетики клеточного роста.
47. Экспоненциальная фаза роста клеточных культур: зависимость клеточного роста от скорости разведения.

*Раздел 2. Математическое и компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем.*

1. «Принятие решений» как функция управления.
2. Классификация задач «принятия решений».
3. Основные элементы, формализуемого решения.
4. Методы оптимизации.
5. Система принятия решений. Основные этапы.
6. Перечислите основные процедуры в моделях принятия решений.
7. Ситуационное моделирование систем.
8. Факторы ситуационного анализа.
9. Компьютерное моделирование. Понятие, практическая реализация.
10. Этапы компьютерного моделирования.
11. Структурные и геометрические ММ.
12. Критерии оценки модели.
13. Методология компьютерного моделирования.
14. Аспекты технологии моделирования.
15. Цели вычислительного эксперимента.
16. Классификация ММ по методу составления уравнений.
17. Методы построения ММ биотехнологических объектов.
18. Основные виды биохимической деятельности микрообъектов.
19. Кинетика биотехнологических процессов.
20. Классификация ингибиторов и активаторов.
21. Полное конкурентное ингибирование.
22. Полное неконкурентное ингибирование.
23. Неконкурентная активация.
24. Смешанные типы ингибирования и активации.
25. Влияние эндогенного метаболизма на кинетику клеточного роста.
26. Влияние метаболизма поддержания на кинетику клеточного роста.
27. Уравнение Мозера – уравнение кинетики клеточного роста.
28. Уравнение Андрюса – уравнение кинетики клеточного роста.
29. Зависимость удельной скорости роста от концентрации одного продукта метаболизма.
30. Многофакторные зависимости.
31. Влияние температуры на кинетику клеточного роста.

### 6.3 Тестовые задания для диагностической работы.

Критерии оценки тестовых заданий (с помощью коэффициента К)

$K = A:P$ , где А – число правильных ответов

Р – общее число ответов

Коэффициент К	Оценка
0,9 – 1	5
0,8 – 0,89	4
0,7 – 0,79	3
Меньше 0,7	2

1. Моделирование - это:
  - а) замещения одного объекта другим с целью получения информации о важнейших свойствах объекта-оригинала
  - б) создание определено новой модели для тестирования какого-либо объекта

- в) материальный объект той или иной природы по отношению к оригиналу
2. На какие абстрактные элементы, может быть декомпозирована реальная система?
- а) одноканальные устройства  
б) объекты аппаратной категории  
в) многоканальные устройства
3. Имитационное моделирование - это:
- а) процесс построения и изучения физических моделей  
б) процессы функционирования системы, которые записываются в виде некоторых функциональных соотношений (алгебраических, дифференциальных, интегральных уравнений)  
в) процесс построения и изучения математических моделей
4. Объекты: выходные переменные, входные переменные и уровни факторов являются объектами:
- а) стратегического планирования  
б) тактического планирования  
в) комплекс по планированию
5. Что, из ниже перечисленного, относится к характеристике рассеивания?
- а) срединное значение  
б) дисперсия  
в) среднее арифметическое
6. Выберите неверные утверждения:
- а) многоканальные устройства используются одновременно несколькими транзактами  
б) каждому объекту соответствуют атрибуты, описывающие его состояние в данный момент времени  
в) одноканальные устройства могут быть использованными одновременно несколькими транзактами
7. Предположение о значениях характеристик случайных величин называют:
- а) гипотезой  
б) среднеквадратическим отклонением  
в) дисперсией
8. Поток данных - это:
- а) файловые потоки  
б) последовательность текстовых строк, используемых процессом моделирования  
в) односвязный индекс, который указывает позицию строки для считывания или записи
9. Блок CLOSE предназначен для:
- а) передачи текстовой строки потоку данных  
б) считывания из потока данных текстовой строки  
в) закрытия потока данных
10. Какие модели представляют собой определенные конструкции из общепринятых знаков на бумаге?
- а) абстрактные  
б) дискретные  
в) информационные
11. Какая команда, из ниже перечисленных, не имеет операндов?
- а) START  
б) RESET  
в) CLEAR
12. Совокупность методов обнаружения зависимости между двумя или более случайными признаками или процессами называется:
- а) положительной корреляцией  
б) отрицательной корреляцией  
в) корреляционным анализом
13. Программа GPSS отображает события, происходящие в процессе работы с системой в окне:
- а) "Журнал"  
б) "Блоки"  
в) "Модель"
14. Математическая модель - это...
- а) математические обозначения, используемые в постановке задачи

б) математическое представление связей и отношений исследуемой системы

в) математический метод исследования поведения системы

15. Соотношение  $F=ma$  является моделью...

а) физической

б) математической

в) физико-математической

16. Знаку "?" в схеме "исследуемый процесс - ? - результат математического моделирования"

соответствует...

а) математическая модель

б) компьютерная программа

в) компьютерная технология

17. Компьютерная модель - это...

а) пакет решения математических задач

б) компьютер + программа + технология моделирования (их использования)

в) компьютер + программа

18. Любая математическая модель должна (в рамках рассматриваемых гипотез моделирования) быть абсолютно ...

а) точной

б) идеальной

в) адекватной

19. Соотношение вида треугольник ABC=треугольник MNK более точно и грамотно можно назвать моделью ...

а) математической

б) физической

в) геометрической

20. Математическое описание динамики популяции биологических видов является моделью...

а) математико-динамической

б) биолого-математической

в) математико-биологической.