

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Горский государственный аграрный университет»  
Факультет биотехнологии и стандартизации  
Кафедра биологической и химической технологий**

Утверждаю:  
  
Проректор по УВР *Т.Х. Кабалоев* Кабалоев Т.Х.  
«26» *сентября* 2020 г.

**Рабочая программа дисциплины**

**Б1.В.ДВ.12.01 - Компьютерное моделирование биотехнологических процессов  
и систем**

Направление подготовки *19.03.01 «Биотехнология»*

Направленность подготовки *«Промышленная биотехнология и биоинженерия»*

Уровень высшего образования *бакалавриат*

**Владикавказ 2020**


Автор(ы): Рамонова Элла Викторовна

Программа одобрена на заседании кафедры биологической и химической технологий


Протокол № 7 от «3» февраля 2020 г.

Зав. кафедрой  /Б.Г. Цуткнев/

Рассмотрена и одобрена учебно-методическим советом факультета биотехнологии и стандартизации «10» февраля 2020 г. протокол №4

Председатель учебно-методического совета  /Э.И. Рехвиашвили /

Рассмотрена и одобрена Советом факультета 17 февраля 2020 г Протокол № 6

Декан факультета биотехнологии и стандартизации  / А.М. Хозиев /

Директор библиотеки



К.Л. Погосова

## Содержание рабочей программы дисциплины

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	4
3. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся	4
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и видов учебных занятий	5
5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	8
6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине	10
7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	11
8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", необходимых для освоения дисциплины	12
9. Организация образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья	12
10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины	13
11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем	14
12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине	18
Приложение 1	20

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

**Цель** дисциплины «Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем» - формирование навыков выполнения организационно-технических, экспериментально-исследовательских и проектно-конструкторских видов профессиональной деятельности, связанных с автоматизированным проектированием современных, надежных и высокоэффективных машин и аппаратов; содействие знакомству студентов с различными вариантами компьютерного моделирования биотехнологических систем, а также их использование.

**Задачами** дисциплины является:

- изучение различных аспектов компьютерного моделирования биотехнологических процессов и систем;
- изучение методологии компьютерного моделирования биотехнологических процессов и систем, математических моделей кинетики процессов непрерывного культивирования микроорганизмов.

### **Требования к результатам освоения дисциплины**

В процессе освоения курса «Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем» студенты должны:

**Знать:**

- специфику проектных работ в системах автоматизированного проектирования (САПР); состав и виды обеспечений САПР.

**Уметь:**

- использовать современные информационные технологии на биотехнологическом производстве, в том числе базы данных и пакеты прикладных программ; использовать современные системы для автоматизированного проектирования.

**Владеть:**

- 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.

### **Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:**

- способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования (ОПК-2);
- владением основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией (ОПК-5);
- готовностью использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакеты прикладных

программ (ПК-11).

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем» относится к циклу Б1.В.ДВ.12.01 подготовки академического бакалавра по направлению подготовки 19.03.01 – Биотехнология. Профиль подготовки – Промышленная биотехнология и биоинженерия.

Таблица 2.1 - Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№.№ раздела данной дисциплины, необходимых для изучения обеспечиваемых (последующих) дисциплин		
		1	2	3
1	Подготовка к итоговой аттестации	*	*	*

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

Общая трудоемкость дисциплины Б1.В.ДВ.12.01 - Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем составляет 3 зачетные единицы (ЗЕ) или 108 часов (ч).

Таблица 3.1 – Объем дисциплины Б1.В.ДВ.12.01 - Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем

Виды учебной работы	Всего	Распределение часов по формам обучения	
		Очная	Заочная
		семестр	курс
		7	5
<b>1. Контактная работа</b>	54,25	54,25	22,25
Аудиторная работа, в том числе:			
лекции	18	18	8
лабораторные работы	36	36	14
Контактная работа на промежуточном контроле, в том числе консультации перед экзаменом:			
ИКР	0,25	0,25	-
КрЭС	-	-	0,25
<b>2.Самостоятельная работа, всего</b>	53,75	53,75	82
Подготовка к зачету (контроль)	-	-	3,75
Вид промежуточной аттестации	Зачет	Зачет	Зачет
Общая трудоемкость	часов	108	108
	Зачетных единиц	3	3

**4.Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества часов и видов учебных занятий.**

Таблица 4.1 - Содержание лекционного курса дисциплины Б1.В.ДВ.12.01 - Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем

№ п/п	Тема и план лекции	Количество часов		Литература из списка	Формируемые компетенции
		Очная форма обучения	Заочная форма обучения		
1	2	3	4	5	6
	<i>Раздел 1. Теория моделирования. Программные средства моделирования.</i>				
1	Основные понятия теории моделирования 1.1.Модель и моделирование 1.2.Классификация моделей 1.3.Этапы разработки моделей 1.4.Современные средства моделирования, представленные на ИТ рынке	4	2	1,3	ОПК-2
2	Программные средства моделирования 2.1.Требования к моделям 2.2.Программные средства моделирования 2.3.Методы моделирования	2	2	3,6	ОПК-5, ПК-11
	<i>Раздел 2. Математическое и компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем.</i>				
3	Основы принятия решений и ситуационного моделирования 3.1.Основные понятия теории принятия решений 3.2.Ситуационное моделирование систем	2		1,2,7	ОПК-2, ОПК-5, ПК-11
4	Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем 4.1.Общие сведения о математических моделях и компьютерном моделировании 4.2.Методология компьютерного моделирования 4.3.Математические и кинетические модели биотехнологических процессов.	4	2	3,4,9	ОПК-2, ПК-11

5	<p>Математическое моделирование биотехнологических процессов</p> <p>5.1. Оптимизация технологических процессов биотехнологического производства целевых продуктов</p> <p>5.2. Математическое моделирование процессов периодического культивирования микроорганизмов</p> <p>5.3. Математическое моделирование процессов непрерывного культивирования микроорганизмов</p> <p>5.4. Математическое моделирование процессов биотрансформации и биокатализа</p> <p>5.5. Математическое моделирование мембранных процессов в биотехнологии</p> <p>5.6. Математическое моделирование биотехнологических процессов в медицине</p>	6	2	5,8,10	ОПК-2, ОПК-5, ПК-11
<b>Итого часов:</b>		18	8		

Таблица 4.2 - Лабораторные работы по дисциплине  
Б1.В.ДВ.12.01 - Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем

№ п/п	Наименование темы лабораторного занятия	Количество часов		
		очная форма обучения	заочная форма обучения	формируемые компетенции
1.	Современные средства моделирования	2		ОПК-5
2.	<p>Моделируемый объект – клеточная популяция</p> <p>2.1. Фазы развития клеточных культур</p> <p>2.2. Общие принципы моделирования популяции микроорганизмов</p> <p>2.3. Способы описания кинетики роста популяции микроорганизмов</p> <p>2.4. Способы культивирования микроорганизмов</p> <p>2.5. Идеальные реакторы для изучения кинетики клеточного роста</p>	6	4	ОПК-2
3.	<p>Экспоненциальная фаза роста клеточных культур</p> <p>3.1. Кинетика сбалансированного роста</p> <p>3.2. Уравнение Моно для кинетики клеточного роста</p> <p>3.3. Зависимость клеточного роста от скорости разведения</p> <p>3.4. Графическое определение параметров роста клеточной культуры</p>	4	2	ОПК-5

4.	Ингибирование и активация клеточного роста 4.1.Графический способ определения типа ингибирования 4.2.Влияние эндогенного метаболизма и метаболизма поддержания на кинетику клеточного роста 4.3.Другие уравнения кинетики клеточного роста 4.4.Зависимость удельной скорости роста от концентрации одного продукта метаболизма 4.5.Многофакторные зависимости 4.6.Влияние других параметров на кинетику клеточного роста	6	2	ОПК-5, ПК-11
5.	Кинетика клеточного роста в переходном состоянии 5.1.Лаг-фаза 5.2.Экспоненциальная фаза роста в реакторе периодического действия 5.3. Стационарная фаза 5.4. Фаза отмирания	4	2	ОПК-2, ПК-11
6.	Кинетика тепловой гибели клеток и спор 6.1.Факторы, влияющие на гибель клеток и спор 6.2.Критерий стерилизации	2	2	ОПК-2, ОПК-5
7.	Неструктурированные модели клеточного роста в периодических процессах 7.1.Построение логистической кривой 7.2.Рост филаментозных организмов	2		ПК-11
8.	Структурированные модели кинетики клеточного роста 8.1.Общие принципы построения 8.2.Компартментальные модели 8.3.Метаболические модели	2		ОПК-5, ПК-11
9.	Оптимизация клеточного роста 9.1.Моделирование клеточного роста как оптимального процесса	2	2	ОПК-2, ОПК-5
10.	Кинетика образования популяциями клеток продуктов метаболизма 10.1.Неструктурированные модели кинетики образования продуктов метаболизма 10.2.Химически структурированные модели кинетики образования продуктов жизнедеятельности клеток 10.3.Генетически структурированные модели кинетики образования продуктов жизнедеятельности клеток 10.4.Кинетика образования продуктов метаболизма филаментозными организмами	4		ОПК-2, ПК-11
11	Сегрегированные модели кинетики клеточного роста и образования продуктов метаболизма	2		ОПК-2, ОПК-5, ПК-11
	<b>Итого часов:</b>	36	14	



4.3. Практические (семинарские) занятия по дисциплине Б1.В.ДВ.12.01 - Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем (Практические (семинарские) занятия не предусмотрены учебным планом).

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

### Самостоятельная работа студентов

Таблица 5.1 - Виды и объем самостоятельной работы по дисциплине Б1.В.ДВ.12.01 - Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем

№ п/п	Вид самостоятельной работы	Очная форма обучения	Заочная форма обучения	Форма контроля	Формируемые компетенции
1.	Изучение отдельных теоретических тем	30	34	Опрос	ОПК-2
2.	Домашние задания, рефераты	11,75	28	Опрос	ОПК-2, ПК-11
3.	Подготовка к лабораторным занятиям, промежуточному контролю	12	20	Опрос	ОПК-2, ОПК-5, ПК-11
	<b>Всего часов:</b>	53,75	82		

Таблица 5.2 - Задания для самостоятельной работы по дисциплине Б1.В.ДВ.12.01 - Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем

№ п/п	Наименования разделов, тем	Теоретические вопросы и другие виды заданий по самостоятельной работе	Формируемые компетенции	Контроль выполнения работ
1	2	3	4	5
1.	Классификация абстрактных моделей:	1). Вербальные модели 2). Математические модели 3). Информационные модели	ОПК-2, ПК-11	Опрос
2.	Моделирование процессов массоэнергопереноса	1). Уравнение конвективного переноса массы 2). Уравнение переноса теплоты	ОПК-5, ПК-11	Реферат
3.	Оптимизация технологических процессов и аппаратов	1). Математическое программирование и задачи оптимизации 2). Понятия классической теории оптимизации	ОПК-2, ОПК-5, ПК-11	Опрос

### 5.3 Тематика рефератов, докладов, контрольных и курсовых работ

5.3.1 Тематика рефератов по дисциплине Б1.В.ДВ.12.01 - Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем

1. Обзор графических систем, анализ, сравнительная характеристика.
2. Объекты проектирования и предметы автоматизации.
3. Виды моделирования.
4. Общая характеристика специального программного обеспечения.
5. Обзор прикладных программных пакетов для инженерных расчетов и приложений к графическим редакторам.
6. Применение компьютерных технологий в пищевой промышленности.
7. Элементы управления компьютерными моделями машин в пищевой промышленности.
8. Методика разработки программ моделирования машин в пищевой промышленности.
9. Структурированные модели кинетики образования продуктов жизнедеятельности клеток.
10. Моделирование клеточного роста.

5.3.2 Тематика докладов

(доклады не предусмотрены учебным планом)

5.3.3 Тематика контрольных работ

(контрольные работы не предусмотрены учебным планом)

5.3.4 Тематика курсовых работ

(курсовые работы не предусмотрены учебным планом)

5.4. Перечень учебно-методической литературы для самостоятельной работы по дисциплине Б1.В.ДВ.12.01 - Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем

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.

**6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине Б1.В.ДВ.12.01 - Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем (см. приложение 1)**

**7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

**а) 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.

**б) дополнительная литература**

4. Алексеев, Г. В. Математические методы в пищевой инженерии : учебное пособие / Г. В. Алексеев, Б. А. Вороненко, Н. И. Лукин. — Санкт-Петербург : Лань, 2012. — 176 с. — ISBN 978-5-8114-1348-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/4039> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5. 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.

6. Алексеев, Г. В. Компьютерные технологии при проектировании и эксплуатации технологического оборудования: учебное пособие для вузов / Г. В. Алексеев [и др.]. - 3-е изд., испр. и доп. - СПб. : ГИОРД, 2012. - 256 с. – Текст: непосредственный.

7. Хейфец, А. Л. Инженерная 3D-компьютерная графика: учеб. пособие для бакалавров / А. Л. Хейфец [и др.] ; Под ред. А. Л. Хейфеца. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Юрайт, 2012. - 464 с. – Текст: непосредственный.

8. 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.

9. 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.

10. 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.

• **в) периодические издания - журналы:**

11. Известия Горского государственного университета: научно-теоретический журнал / учредитель и издатель ФГБОУ ВО «Горский ГАУ». — Владикавказ. 2010-2019. — ежекварт. — ISSN 2070-1047. — Текст непосредственный.

12. Биотехнология [Текст] / Теоретический и научно-практический журнал. - М. : ООО "Академия биотехнологии", 1985 - Выходит раз в два месяца. - ISSN 0234-2758 – 2009-2019.

**8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины Б1.В.ДВ.12.01 - Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем**

1. Электронная библиотечная система (ЭБС) издательства «Лань» ([www.e.lanbook.ru](http://www.e.lanbook.ru)), договор №147-19 от 28.03.2019.

2. Электронная библиотечная система (ЭБС) издательства «ИНФРА-М» (<http://znanium.com>), договор № 3949 эбс от 16.09.2019г.

3. Электронная Библиотечная система BOOK.ru (<http://www.book.ru>), Договор № 18498169 от 09.09.2019г.

4. Электронный каталог библиотеки Горского ГАУ созданный на основе системы автоматизации библиотек ИРБИС64 ([http://78.110.147.2/cgi-bin/irbis64r\\_15/cgiirbis\\_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=GGAU&P21DBN=GGAU](http://78.110.147.2/cgi-bin/irbis64r_15/cgiirbis_64.exe?LNG=&C21COM=F&I21DBN=GGAU&P21DBN=GGAU)).

5. Научная электронная библиотека (<http://elibrary.ru>).

6. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов (<http://school-collection.edu.ru>).

7. Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru>)  
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru>).

## **9. Организация образовательного процесса для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья.**

Обучение по дисциплине лиц, относящихся к категории инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

В случае возникновения необходимости обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья в Горском ГАУ предусматривается создание специальных условий, включающих в себя использование специальных образовательных программ, методов воспитания, дидактических материалов, специальных технических средств обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, проведение групповых и индивидуальных коррекционных занятий, обеспечение доступа в здания университета и другие условия, без которых невозможно или затруднено освоение образовательных программ обучающимися с ограниченными возможностями здоровья.

При получении высшего образования обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются бесплатно учебная литература, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

С учетом особых потребностей обучающимся с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается предоставление учебных, лекционных материалов в электронном виде.

## **10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины**

Основными формами обучения студентов являются лекции, лабораторные занятия, самостоятельная работа, консультации.

Общие и утвердившиеся в практике правила и приемы конспектирования лекций:

1. Конспектирование лекций ведется в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля (4-5см) для дополнительных записей.

2. Необходимо записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме.

Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Для выделения разделов, выводов, определений, основных идей можно использовать цветные карандаши и фломастеры.

3. Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и вписать их.

4. В конспекте дословно записываются определения понятий, категорий и законов. Остальное должно быть записано своими словами.

5. Каждому студенту необходимо выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий.

Однако чрезмерное увлечение сокращениями может привести к тому, что со временем в них будет трудно разобраться.

В конспект следует заносить всё, что преподаватель пишет на доске, а также рекомендуемые схемы, таблицы, диаграммы и т.д. Надо иметь в виду, что изучение и отработка прослушанных лекций без промедления значительно экономит время и способствует лучшему усвоению материала.

Эффективными формами контроля за изучением курса студентами являются консультации. Они используются для оказания помощи студентам при их подготовке к семинарским занятиям, для бесед по дискуссионным проблемам и со студентами, пропустившими семинарские занятия, а также индивидуальной работы преподавателя с отстающими студентами.

#### *Методические указания по работе с литературой*

Особое место среди видов самостоятельной работы занимает работа с литературой, являющаяся основным методом самостоятельного овладения знаниями.

Изучение литературы - процесс сложный, требующий выработки определенных навыков. Поэтому важно научиться работать с книгой. Перечень и объем литературы, необходимой для изучения дисциплины, определяется программой курса и другими методическими рекомендациями.

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

Изучение дисциплины следует начинать с учебника, поскольку учебник – это книга, в которой изложены основы научных знаний по определенному предмету в соответствии с целями и задачами обучения.

В решении всех учебных задач немаловажную роль играют записи, сделанные в процессе чтения книги. Они являются серьезным подспорьем в подготовке к экзаменам, т.к. позволяют включить глубинную память и воспроизводить содержание ранее прочитанной книги.

#### *Методические указания по организации самостоятельной работы*

Самостоятельная работа осуществляется при всех формах обучения.

Самостоятельная работа может быть представлена как средство организации самообразования и воспитания самостоятельности как личностного качества. Как явление самовоспитания и самообразования самостоятельная работа студентов обеспечивается комплексом профессиональных умений студентов, в частности умением осуществлять планирование деятельности, искать ответ на непонятное, неясное, рационально организовывать свое рабочее место и время.

Самостоятельная работа приводит студента к получению нового знания, упорядочению и углублению имеющихся знаний, формированию у него профессиональных навыков и умений.

Самостоятельная работа выполняет ряд функций:

- развивающую;

- информационно-обучающую;
- ориентирующую и стимулирующую;
- воспитывающую;
- исследовательскую.

Студентам рекомендуется с самого начала освоения данного курса работать с литературой и предлагаемыми заданиями в форме подготовки к очередному аудиторному занятию. При этом актуализируются имеющиеся знания, а также создается база для усвоения нового материала, возникают вопросы, ответы на которые студент получает в аудитории.

При освоении данного курса студент может пользоваться библиотекой вуза, которая в полной мере обеспечена соответствующей литературой. Значительную помощь в подготовке к очередному занятию может оказать имеющийся в данном комплексе краткий конспект лекций. Он же может использоваться и для закрепления полученного в аудитории материала.

## **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине Б1.В.ДВ.12.01 - Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

### 11.1. Перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

<b>Лицензионное программное обеспечение</b>	<b>Кол-во лиц.</b>	<b>Лицензия/договор</b>
Microsoft Office Standard 2007	700	лиц.
Microsoft Windows 7	700	лиц.
Антивирус Касперский	700	лиц.
"Гарант" - информационно-правовое обеспечение	безл	лиц.

### 11.2. Активные и интерактивные формы обучения

В рамках работы над содержанием дисциплины могут быть использованы следующие формы работ:

- круглый стол с привлечением потенциальных работодателей;
- публичная защита рефератов (презентации с использованием интерактивной доски, слайдов, видеофильмов, мультимедийной техники и т.п.).

Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

Таблица 11.2.1 - Интерактивные образовательные технологии, используемые в аудиторных занятиях

<b>Методы</b>	<b>Формы</b>	<b>Лекции (час)</b>	<b>Лабораторные занятия (час)</b>	<b>Всего</b>

	<b>очная форма обучения</b>	<b>заочная форма обучения</b>	<b>очная форма обучения</b>	<b>заочная форма обучения</b>	<b>очная форма обучения</b>	<b>заочная форма обучения</b>
Интерактивная лекция	2	2	-	-	2	2
Публичная защита рефератов	-	-	8	2	8	2
Научная студенческая конференция по итогам защиты рефератов	-	-	2	-	2	-
<b>ИТОГО</b>	2	2	10	2	12	4



### 11.3. Электронно-библиотечные системы

Таблица 11.3.1 - Электронно-библиотечные системы, обеспечивающие реализацию образовательных программ, заявленных к аккредитации

№	Наименование электронно-библиотечной системы (ЭБС)	Адрес сайта	Сведения о правообладателе	№ договора на право использования ЭБС	Срок действия заключенного договора
1	Электронная библиотечная система (ЭБС) издательства «Лань»	<a href="http://www.e.lanbook.ru">www.e.lanbook.ru</a>	ООО «Издательство Лань»	Договор №28-800/18 от 28.12.2018	09.01.2019г. 09.01.2020г.
2	«Сетевая электронная библиотека аграрных вузов».	<a href="http://www.e.lanbook.ru">www.e.lanbook.ru</a>	ООО «Издательство Лань»	Договор № СЭБ НВ-169 от 23.12.2019.	23.12.2019г. (автоматически лонгируется)
3	Электронная библиотечная система (ЭБС) издательства «ИНФРА-М»	<a href="http://znanium.com">http://znanium.com</a>	ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М»	Договор № 3949 эбс от 20.09.2019	20.09.2019г. 31.12.2019г.
4	Доступ к электронным информационным ресурсам ФГБНУ ЦНСХБ	<a href="http://www.cnsnb.ru">http://www.cnsnb.ru</a>	ФГБНУ ЦНСХБ	Договор № 2-100/19 от 08.02.2019	08.02.2019г. 10.02.2020г.
5	Автоматизированная справочная система «Сельхозтехника»	<a href="http://www.agrobase.ru">http://www.agrobase.ru</a>	ООО «Агробизнес консалтинг»	Договор № 048 от 29.01.2019	29.01.2019г. 29.03.2020г.
6	Электронная Библиотечная система BOOK.ru	<a href="http://www.book.ru">http://www.book.ru</a>	ООО «КноРус медиа»	Договор № 18498169 от 09.09.2019г.	09.09.2019г. 19.09.2020г.

7	Многофункциональная система «Информио»	<a href="http://wuz.informio.ru">http://wuz.informio.ru</a>	ООО «Современные медиа технологии в образовании и культуре»	Договор № ЧЮ 1086 от 08.04.2019г.	08.04.2019г. 06.05.2020г.
8	Система автоматизации библиотек ИРБИС64	Портал технической поддержки: <a href="http://support.open4u.ru">http://support.open4u.ru</a>	ООО «ЭйВиДи – систем»	Договор № А-4490 от 25/02/216 Договор № А-4489 от 25/02/216 возмездного оказания услуг	25/02/216 бессрочно
9	Национальная электронная библиотека (НЭБ)	<a href="http://нэб.рф">http://нэб.рф</a>	Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российская государственная библиотека»	Договор № 101/нэб/1712 от 03.10.2016.	03.10.2016 (автоматически лонгируется)

## **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине Б1.В.ДВ.12.01 - Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем**

Лекции и лабораторные занятия по дисциплине «Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем» проводятся в учебных аудиториях кафедры биологической и химической технологии, а также в компьютерном зале факультета биотехнологии и стандартизации.

Оборудование, используемые при реализации рабочей программы по дисциплине Б1.В.ДВ.12.01 - Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем:

Для проведения лекционных занятий используется:

Аудитория 12.2.13 с оборудованием:

1. Мультимедийный проектор Mitsubishi.
2. Экран белый для мультимедиа проектора Screenmedia (2 м).
3. Звуковые колонки Genius.
4. Парты 26 шт.

Для проведения лабораторных занятий используется лаборатория 12.3.9 с оборудованием:

1. Системные блоки amd athlon (tm) iix3 445 3.10 ghz - 10 шт.
2. Монитор benq 17 дюмов. – 10 шт.
3. Системный блок amd athlon (tm) xp 2500+ – 4 шт.
4. Монитор acer 15 дюймов – 4 шт.
5. Проектор acer - 1 шт.
6. Экран белый - 1 шт.
7. Столы компьютерные – 16 шт.
8. Кресла – 16 шт.

Для проведения занятий в интерактивной форме используется компьютерный класс с оборудованием:

1. Системные блоки amd athlon (tm) iix3 445 3.10 ghz - 10 шт.
2. Монитор benq 17 дюмов. – 10 шт.
3. Системный блок amd athlon (tm) xp 2500+ – 4 шт.
4. Монитор acer 15 дюймов – 4 шт.
5. Проектор acer - 1 шт.
6. Экран белый - 1 шт.
7. Столы компьютерные – 16 шт.
8. Кресла – 16 шт.

Используемые лицензионные программы:

1. Microsoft Windows 7.
2. Microsoft Office Standard 2007.
3. Антивирус Касперский.
4. SunRav TestOfficePro 5.
5. ABBYY FineReader 9.
6. Система проверки заимствований "Антиплагиат"
7. Растровый графический редактор AdobePhotoshopCS4.

**1. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

Таблица 1.1 - Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

<b>№ п/п</b>	<b>Темы дисциплины</b>	<b>Код контролируемой компетенции (или ее части)</b>	<b>Оценочные средства</b>
1	Основные понятия теории моделирования	ОПК-2	коллоквиум
2	Программные средства моделирования	ОПК-5, ПК-11	коллоквиум реферат
3	Основы принятия решений и ситуационного моделирования	ОПК-2, ОПК-5 ПК-11	коллоквиум
4	Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем	ОПК-2, ПК-11	коллоквиум реферат
5	Математическое моделирование биотехнологических процессов	ОПК-2, ОПК-5, ПК-11	коллоквиум

## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 2.1 - Уровень сформированности компетенций

п/п	Индекс компетенции	Уровни сформированности компетенции		
		Пороговый (удовлетворительно)	Достаточный (хорошо)	Повышенный (отлично)
1.	ОПК-2 Способность и готовность использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	Знать: основные законы естественнонаучных дисциплин.	Знать: основные законы естественнонаучных дисциплин.  Уметь: использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, в том числе для оптимизации технологических процессов и получения конкурентоспособной продукции.	Знать: основные законы естественнонаучных дисциплин.  Уметь: использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, в том числе для оптимизации технологических процессов и получения конкурентоспособной продукции.  Владеть: методами математического анализа и моделирования теоретического и экспериментального исследования, с целью совершенствования технологических процессов производства биотехнологической продукции.
2.	ОПК-5 Владение основными методами, способами и средствами получения, хранения,	Знать: стандартные программные средства для решения задач в области конструкторско-технологического обеспечения биотехнологических производств.	Знать: стандартные программные средства для решения задач в области конструкторско-технологического обеспечения биотехнологических производств.  Уметь: применять стандартные программные	Знать: стандартные программные средства для решения задач в области конструкторско-технологического обеспечения биотехнологических производств.  Уметь: –применять стандартные программные

	переработки информации, навыками работы с компьютером как средством управления информацией		средства в области конструкторско-технологического обеспечения биотехнологических производств. получать, хранить и перерабатывать информацию.	средства в области конструкторско-технологического обеспечения биотехнологических производств. - получать, хранить и перерабатывать информацию.  Владеть: навыками работы с компьютером, как средством управления информацией.
3.	ПК-11 Готовность использовать современные информационные технологии в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакеты прикладных программ	Знать: - современные компьютерные технологии; - современные средства информационных технологий и конкретные практические достижения в области использования ИКТ в естественнонаучных исследованиях; - способы приобретения с помощью информационных технологий новых знаний и умений, в том числе в областях непосредственно связанных со сферой деятельности, характерные признаки, основные компоненты и способы использования информационно-образовательной среды для организации биотехнологических производств.	Знать: - современные компьютерные технологии; - современные средства информационных технологий и конкретные практические достижения в области использования ИКТ в естественнонаучных исследованиях; - способы приобретения с помощью информационных технологий новых знаний и умений, в том числе в областях непосредственно связанных со сферой деятельности, характерные признаки, основные компоненты и способы использования информационно-образовательной среды для организации биотехнологических производств.  Уметь: - использовать современные компьютерные технологии в профессиональной деятельности; - расширять и углублять своё научное мировоззрение с применением ИКТ; - демонстрировать применение конкретных моделей практической	Знать: - современные компьютерные технологии; - современные средства информационных технологий и конкретные практические достижения в области использования ИКТ в естественнонаучных исследованиях; - способы приобретения с помощью информационных технологий новых знаний и умений, в том числе в областях непосредственно связанных со сферой деятельности, характерные признаки, основные компоненты и способы использования информационно-образовательной среды для организации биотехнологических производств.  Уметь: - использовать современные компьютерные технологии в профессиональной деятельности; - расширять и углублять своё научное мировоззрение с применением ИКТ; - демонстрировать применение конкретных моделей практической деятельности с применением ИКТ;

			<p>деятельности с применением ИКТ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать современные компьютерные сети, программные продукты и ресурсы Интернет для решения производственных задач.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать современные компьютерные сети, программные продукты и ресурсы Интернет для решения производственных задач.</li> </ul> <p style="text-align: center;">Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- базовыми техническими навыками с применением современных информационных технологий;</li> <li>- профессионально-профилированными знаниями в области информационных технологий</li> </ul>
--	--	--	--	--

Таблица 2.2 - Описание шкалы оценивания

№	Оценивание	Требования к знаниям
1	Зачтено	Компетенции освоены
2	Не зачтено	Компетенции не освоены

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

3.1 Оценочные средства для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности по дисциплине Б1.В.ДВ.12.01 - Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем

Таблица 3.1.1 - Перечень оценочных средств

№ п/п	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в фонде
1	2	3	4
1	Коллоквиум	Средство контроля усвоения учебного материала темы, раздела или разделов дисциплины	Вопросы по темам/разделам дисциплины
2	Реферат	Продукт самостоятельной работы студента, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы.	Темы рефератов

3.2 Вопросы для коллоквиума по дисциплине Б1.В.ДВ.12.01 - Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем

*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.

### **Критерии оценки:**

1. Оценка **«отлично»** выставляется студенту, безупречно ответившему не только на вопросы билета, но и на дополнительные вопросы в рамках основной программы дисциплины.

2. Оценка **«хорошо»** выставляется студенту, показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все вопросы билета, но допустившему при этом непринципиальные ошибки.

3. Оценка **«удовлетворительно»** выставляется студентам, допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы, но обладающим необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя.

4. Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется студенту, имеющему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой заданий, а точнее студенту, не овладевшему ни одной из предусмотренных учебным планом по дисциплине компетенций. Оценка **«неудовлетворительно»** ставится студентам, которые не могут продолжить обучение или приступить к профессиональной деятельности по окончании вуза без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине, не ответившим на все теоретические вопросы и дополнительные вопросы.

3.3. Темы рефератов по дисциплине Б1.В.ДВ.12.01 - Компьютерное моделирование биотехнологических процессов и систем

1. Обзор графических систем, анализ, сравнительная характеристика.
2. Объекты проектирования и предметы автоматизации.
3. Виды моделирования.
4. Общая характеристика специального программного обеспечения.
5. Обзор прикладных программных пакетов для инженерных расчетов и приложений к графическим редакторам.
6. Применение компьютерных технологий в пищевой промышленности.
7. Элементы управления компьютерными моделями машин в пищевой промышленности.
8. Методика разработки программ моделирования машин в пищевой промышленности.
9. Структурированные модели кинетики образования продуктов жизнедеятельности клеток.

## 10. Моделирование клеточного роста.

### Критерии оценки:

1. Оценка **«отлично»** выставляется студенту за реферат, который четко выстроен, сопровождается демонстрационным материалом, в котором автор прекрасно ориентируется, отвечает на вопросы, владеет общенаучными и специальными терминами.

2. Оценка **«хорошо»** выставляется за реферат, в котором автор прекрасно ориентируется, отвечает на вопросы, который четко выстроен, представлен демонстрационный материал, но есть неточности.

3. Оценка **«удовлетворительно»** выставляется студентам, за реферат в котором автор рассказывает, но не объясняет суть проблемы, не может ответить на некоторые вопросы, представленный демонстрационный материал не используется.

4. Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за реферат, в котором автором не объясняется суть работы, демонстрационный материал оформлен плохо, неграмотно, студент не может четко ответить на вопросы.

3.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

#### 3.4.1 - Оценивание обучающегося на зачете

Оценка	Требования к знаниям
«Зачтено» (компетенции освоены)	Выполнены все лабораторные работы. По теоретической части есть положительные оценки (коллоквиум и др.)
«Не зачтено» (компетенции не освоены)	Имеются невыполненные (не отработанные) лабораторные работы. Промежуточную аттестацию не прошел (получил неудовлетворительную оценку на коллоквиуме и т.д.)

Автор

Э.В. Рамонова

Программа одобрена на заседании кафедры биологической и химической технологий

Протокол № 10 от «7» мая 2019 г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ /Б.Г. Цугкиев/

Рассмотрена и одобрена учебно-методическим советом факультета биотехнологии и стандартизации

Председатель учебно-методического совета \_\_\_\_\_ /Э.И. Рехвиашвили /

Декан факультета биотехнологии и стандартизации \_\_\_\_\_ / А.М. Хозиев /

Директор библиотеки

/К.Л. Погосова/