

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Биологический факультет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
БИОИНФОРМАТИКА**

**Кафедра биохимии и биофизики биологического факультета**

**Образовательная программа магистратуры**

**06.04.01 Биология**

Направленность (профиль) программы  
Биохимия и молекулярная биология

Уровень высшего образования  
Магистратура

Форма обучения  
Очная, очно-заочная

Статус дисциплины: дисциплина по выбору

Махачкала, 2022

Рабочая программа дисциплины «Биоинформатика» составлена в 2022 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки 06.04.01 Биология от 11 августа 2020 года № 934.

Разработчик(и): кафедра биохимии и биофизики, Пиняскина Е.В., к.б.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена:  
на заседании кафедры биохимии и биофизики от «22» марта 2022 г., протокол № 7

Зав. кафедрой



Халилов Р.А.

на заседании Методической комиссии биологического факультета от 23 марта 2022 г., протокол № 7

Председатель



Рамазанова П.Б.

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением 31 марта 2022 г.

Начальник УМУ



Гасангаджиева А.Г.

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Биоинформатика» является дисциплиной по выбору образовательной программы магистратуры по направлению 06.04.01 Биология.

Дисциплина реализуется на биологическом факультете кафедрой биохимии и биофизики.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с современными достижениями в области биоинформатики и молекулярной биологии.

Дисциплина нацелена на формирование следующих компетенций выпускника: общепрофессиональных – ОПК-6; профессиональных – ПК-5.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: лекции, лабораторные и практические занятия, самостоятельная работа.

Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме контрольных работ, коллоквиумов и промежуточный контроль в форме зачета.

Объем дисциплины 2 зачетные единицы, в том числе 72 академических часа по видам учебных занятий а) очная форма обучения

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числе зачет	Форма промежуточной аттестации
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
		всего	из них						
	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации				
3	72	22	10		12		1	50	зачет

б) очно-заочная форма обучения

Семестр	Учебные занятия								Форма промежуточной аттестации
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем						СРС, в том числе зачет	
		всего	из них						
Лекции			Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
4	72	34	16		18		1	38	зачет

### 1. Цели освоения дисциплины

Целью курса является ознакомление магистров, обучающихся по дисциплине «Биоинформатика» (магистерская программа «Биохимия и молекулярная биология», «Физиология человека и животных», «Ботаника», «Физиология растений») с современными достижениями в области биоинформатики и молекулярной биологии.

Умение пользоваться компьютером и прикладными программами при проведении научных исследований является современным требованием ко всем специалистам, работающим практически в любой области молекулярной биологии, биохимии и биофизики.

В настоящее время невозможно проводить исследования белков и нуклеиновых кислот без использования накопленных обширных знаний в области молекулярной биологии и биохимии, которые сведены в базы данных. Доступ к большинству баз данных организован по принципу клиент-сервер через Интернет. Анализ и обработка большого числа данных, сравнение и анализ первичных и пространственных структур белков и нуклеиновых кислот, решение

других аналогичных задач требуют хорошего владения современным программным обеспечением. Публикации в журналах также оформляются с использованием компьютерных программ, как для обработки изображений, так и средств работы с текстом.

Таким образом, работа современного специалиста в области молекулярной биологии и биохимии требует навыков работы с компьютером в достаточно широкой области.

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина «Биоинформатика» относится к дисциплине по выбору (Б1.В.ДВ.01.02) образовательной программы магистратуры по направлению 06.04.01 Биология.

Курс опирается на знания магистров, полученные при изучении следующих дисциплин: клеточной биологии, биохимии, биофизики, молекулярной биологии в объеме программы магистратуры (направление Биология), прослушав соответствующие курсы и имея по ним положительные оценки..

## 3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (перечень планируемых результатов обучения).

Код и наименование компетенции из ОПОП	Код и наименование индикатора достижения компетенций (в соответствии с ОПОП)	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-6. Способен творчески применять и модифицировать современные компьютерные технологии, работать с профессиональными базами данных, профессионально	ОПК-6.1. Использует современную исследовательскую аппаратуру и вычислительную технику для решения инновационных задач в профессиональной деятельности.	<u>Знает:</u> пути и перспективы применения современных компьютерных технологий в биологических науках и образовании. <u>Умеет:</u> работать с профессиональными базами и банками данных в избранной области профессиональной деятельности. <u>Владеет:</u> необходимым	Устный опрос, письменный опрос;

оформлять и представлять результаты новых разработок		математическим аппаратом и навыками анализа и хранения электронных изображений, имеет опыт модификации компьютерных технологий в целях профессиональных исследований.
	ОПК-6.2. Готовность творчески применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации для решения профессиональных задач.	<p><u>Знает:</u> способы получения новых знаний с использованием информационных технологий; методологию, конкретные методы и приемы научно-исследовательской работы с использованием современных компьютерных технологий, необходимые для освоения дисциплин профессионального цикла; новые методы исследования и компьютерные технологии для сбора и анализа биологической информации.</p> <p><u>Умеет:</u> строить математические и компьютерные модели биологических систем; работать с различными источниками информации, используя разные формы работы с научной литературой, составлять библиографический список; применять теоретические знания по методам сбора, хранения, обработки и передачи биологической информации с использованием современных компьютерных технологий; планировать, организовывать и проводить научно-исследовательские и производственно-технические работы по теме магистерской программы с применением современных компьютерных технологий.</p> <p><u>Владеет:</u> методами математического моделирования для решения профессиональных задач; современными компьютерными технологиями при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации.</p>
	ОПК-6.3. Способен к математическому	<u>Знает:</u> алгоритмы, математические и компьютерные модели

	<p>моделированию элементов и процессов биотехнических систем, их исследованию на базе профессиональных пакетов автоматизированного проектирования и самостоятельно разработанных программных продуктов.</p>	<p>биотехнических систем.  <u>Умеет:</u> разрабатывать, реализовывать и применять в профессиональной деятельности различные численные методы, в том числе реализованные в готовых библиотеках при решении задач проектирования биотехнических систем;  <u>Владеет:</u> навыками решения различных задач проектирования и конструирования, исследования и контроля биотехнических систем.</p>	
<p>ПК-5. Способен применять современные методы научных исследований, использовать современную аппаратуру, вычислительные комплексы, современные информационные технологии (в соответствии с направленностью (профилем) программы магистратуры) в научных, производственных и клинических сферах деятельности</p>	<p>ПК-5.1. Анализирует, оптимизирует и применяет современные информационные технологии при решении научных задач принципов биоэтики и углубленных знаний в профессиональной сфере (в соответствии с направленностью программы магистратуры)</p>	<p><u>Знает:</u> основные типы основные формы анализа и изучения научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, разработки и внедрения информационных систем и технологий, баз данных при решении научных задач; основные приёмы труда с учетом инноваций в области техносферной безопасности;  <u>Умеет:</u> анализировать результаты научно-исследовательской работы по решению технических задач; применять информационные технологии для оценки результатов научно-исследовательской работы; оценивать эффективность и выбирать современные методики и информационные технологии для проведения научных исследований в области решения научно-исследовательских задач;  <u>Владеет:</u> базовыми приёмами изучения и анализа литературных и патентных источников, организации научных исследований с использованием информационных технологий; навыками решения научных задач с применением информационных технологий. оптимизации условий в разных областях профессиональной деятельности с учетом биоэтических принципов и углубленных профессиональных</p>	<p>Устный опрос, письменный опрос; ...</p>

		знаний.	
	ПК-5.2. Осуществляет ты организацию и управление научно-исследовательскими и научно-производственными работами в области биологии и биомедицины с использованием принципов биоэтики и углубленных знаний в профессиональной сфере (в соответствии с направленностью программы магистратуры)	<p><u>Знает:</u> принципы и подходы в организации и управлении работ в сфере профессиональной деятельности, теоретические основы и понятия биоэтики и разделов в предметной области;</p> <p><u>Умеет:</u> грамотно осуществлять организацию и управление работами в разных областях профессиональной деятельности, учитывая биоэтические принципы и углубленные профессиональные знания;</p> <p><u>Владеет:</u> навыками организации и управления работами в разных областях профессиональной деятельности с учетом биоэтических принципов и углубленных профессиональных знаний.</p>	Устный опрос, презентации и доклад

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, 72 академических часа.

4.2. . Структура дисциплины в очной форме.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов (в часах)			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
<b>Модуль 1.</b>							
1	Введение в биоинформатику	4	2	-		8	Устный опрос, <u>Формы промежуточной аттестации:</u>
2	Биоинформатика последовательностей		2	4		10	коллоквиумы работа на компьютере
	<b>Итого за модуль 1</b>		<b>4</b>	<b>4</b>		<b>18</b>	
<b>Модуль 2.</b>							



3	Структурная биоинформатика		2	4		14	Устный и письменный, программированный опрос, презентации
4	Компьютерная геномика		4	4		14	
	<b>Итого за модуль 2</b>		<b>6</b>	<b>8</b>		<b>28</b>	
	<b>ИТОГО:</b>	<b>72</b>	<b>10</b>	<b>12</b>		<b>46</b>	

### б) очно-заочная форма обучения

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия		
<b>Модуль 1.</b>							
1	Введение в биоинформатику	7	2	-		10	Устный опрос, программированный опрос, презентации и доклады <u>Формы промежуточной аттестации:</u> коллоквиумы работа на компьютере
2	Биоинформатика последовательностей		6	6		12	
	<b>Итого за модуль 1</b>		<b>8</b>	<b>6</b>		<b>22</b>	
<b>Модуль 2.</b>							
3	Структурная биоинформатика		4	6		8	Устный и письменный, программированный опрос, презентации
4	Компьютерная геномика		4	6		8	
	<b>Итого за модуль 2</b>		<b>8</b>	<b>12</b>		<b>16</b>	
	<b>ИТОГО:</b>	<b>72</b>	<b>16</b>	<b>18</b>		<b>38</b>	

### 4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).

#### 4.3.1. Содержание лекционных занятий по дисциплине.

##### Модуль 1.

##### Тема 1. Введение в биоинформатику.

Содержание темы:

Ознакомление магистров основными понятиями, задачами, терминами и значением предмета биоинформатика.

##### Тема 2. Биоинформатика последовательностей.

Содержание темы:

раздел биоинформатики занимающийся анализом нуклеотидных и белковых последовательностей.

Основные решаемые проблемы в рамках этого направления:

- Построение множественных выравниваний
- Распознавание генов
- Предсказание сайтов связывания регуляторных белков
- Предсказание вторичной структуры РНК

## **Модуль 2**

### **Тема 3. Структурная биоинформатика.**

Содержание темы:

Задачи структурной биоинформатики - анализ пространственных структур, уже определённых экспериментально:

- определение участков белковой молекулы, важных для той или иной функции данного белка;
- сравнительный анализ структур родственных белков, классификация белков на основе их пространственной структуры;
- анализ структур комплексов двух или нескольких молекул белка, комплексов молекул белка с другими молекулами; предсказание воздействия молекул химических веществ (в частности, потенциальных лекарств) на молекулы белков;
- предсказание структуры белка по структуре белка с похожей последовательностью

**Тема 4. Компьютерная геномика.** Содержание темы: Компьютерный анализ геномов –

- Предсказание генов в последовательностях.
- Предварительная аннотация по сходству и другим особенностям белковых последовательностей.
- Сравнительный анализ геномов.
- Исследование регуляции работы генов.
- Поиск «пропущенных» генов.
- Исследование транспортеров (генов, обеспечивающих перенос питательных веществ в клетку и выброс вредных веществ из клетки)

## **4.3.2. Содержание практических занятий по дисциплине**

### **Модуль 1.**

#### **Тема 1. Введение в биоинформатику**

*Знакомство с программой HYPERCHEM.*

- создание 2D эскиза молекулы
- редактирование связей и атомов
- использование 3-D Model
- использование собственных настроек параметров свойств Построение простейшей гексагональной конструкции.
- Определение характеристик атомов
- Измерение связей, углов, торзионных углов и несвязанных атомов

## **Тема 2. Биоинформатика последовательностей**

### ***Работа с макромолекулами***

- Строительство и редактирование молекулы
- использование оптимизации геометрии методом молекулярной механика
- использование периодических граничных условий
- накладывание друг на друга двух молекул
- использование молекулярной динамики
- использование воспроизведения динамики и усреднение
- использование динамики Ланжевена и Монте Карло
- Построение биополимера с заданными параметрами и оптимизированными в результате изменения конформаций

## **Модуль 2**

### **Тема 3. Структурная биоинформатика**

- *Банки данных белковых последовательностей или первая прогулка в Интернете по «золотым» адресам*
- ознакомление с базами данных - Swiss-Prot, TrEMBL, UniProt
- Поиск белков, информации о структуре и первичной последовательности

### **Тема 4. Компьютерная геномика.**

- Пространственная структура ДНК
- изучение структуры ДНК, сравнение А и В формы ДНК и нахождение различий. Знакомство с пакетом 3DNA
- Анализ первичной последовательности ДНК и пространственной кофигурации

## **5. Образовательные технологии**

Предусмотрено широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги). Кроме того, лекции, практические занятия, письменные задания, интернет во

внеаудиторное время, программированный опрос по тестовым заданиям, устный опрос, презентации, видеоролики и обучающие видеофильмы. По дисциплине предусмотрено 12 часов занятий для очной формы обучения и 14 часов занятий для очно-заочной в интерактивных формах, с применением следующих методов: дискуссии, дебатов, кейс-метода, метода «мозгового штурма», деловой игры.

В рамках учебных курсов предусмотрены встречи с представителями российских государственных и общественных организаций, мастер-классы экспертов и специалистов.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы магистрантов.**

Самостоятельная работа магистранта над глубоким освоением фактического материала организуется в процессе выполнения практических заданий, подготовки к занятиям, по текущему, промежуточному и итоговому контролю знаний. Пропущенные лекции отрабатываются в форме составления отчетов по пропущенной теме и лабораторных работах. На практических занятиях проводится изучение видеоматериалов, демонстрирующих математические методы в решении проблем современной биологии. Задания по самостоятельной работе разнообразны:

- обработка учебного материала по учебникам и лекциям,
- поиск и обзор публикаций и электронных источников информации при подготовке к занятиям, презентаций
- работа с тестами и контрольными вопросами при самоподготовке;
- обработка и анализ статистических и фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации магистранта (зачет). При этом проводятся тестирование, экспресс-опрос на практических занятиях, проверка письменных контрольных работ.

**7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

### **7.1. Типовые контрольные задания**

**Примерные задания для проведения промежуточного контроля**

Вопросы к 1 модулю

1. Что такое биоинформатика?
2. В чем состоят цели биоинформатики?

3. Каковы задачи биоинформатики?
4. В каких областях биоинформатика находит свое применение?
5. Каковы заслуги Р. Франклин и М. Уилкинса?
6. Что такое секвенирование.
7. Что такое хромосома?
8. Что такое центромера? Назовите различные типы центромер.
9. Каковы различные виды РНК?
10. Что такое полиаденилирование?
11. Опишите процесс транскрипции.
12. Перечислите основные этапы трансляции.
13. Какие уровни и классы белковых структур вам известны?
14. Какова функция шаперонов?

### **Вопросы ко 2 модулю**

1. Что такое базы данных структур? Приведите некоторые примеры.
2. Что такое база данных?
3. Какие типы баз данных вам известны?
4. Каковы, на ваш взгляд, функции баз данных?
5. Приведите примеры баз данных последовательностей нуклеиновых кислот. Для каких целей они созданы?
6. Каковы функции баз данных белковых последовательностей? Назовите несколько ресурсов.
7. Что такое библиографическая база данных? Дайте несколько примеров.
8. Что собой представляет «Виртуальная библиотека»?
9. Что такое система управления базами данных?
10. Что такое выравнивание последовательностей?
11. Каковы цели выравнивания последовательностей?
12. Какие типы выравнивания последовательностей вам известны?
13. Какие стратегии используются в предсказании генов?
14. Чем вызвана необходимость предсказания белковых структур?
15. Каким образом осуществляется сравнительное моделирование?
16. Каковы шаги сравнительного моделирования?
17. Что такое протягивание белков?
18. Что такое энергетический подход к предсказанию структур?
19. В чем состоит предсказание функции белка? Приведите несколько примеров программ визуализации молекул.

### Темы к семинарским занятиям:

1. История становления биоинформатики
2. Из истории расшифровки генетического кода человека.
3. Протеомика.
4. Белки теплового шока
5. Биоинформатика: современное состояние и перспективы
6. Исследование механизма функционирования макромолекул, исходя из их молекулярных моделей

### 7.2. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 40 % и промежуточного контроля - 60 %.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий - 5 баллов,
- участие на практических занятиях – 0-100 баллов,

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос –  $(0-100)*0,4$  баллов,
- письменная контрольная работа -  $(0-100)*0,6$  баллов,

### 8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.

а) адрес сайта курса

платформа Moodle <http://edu.dgu.ru/course/view.php?id=1339>

б) основная литература:

1. Игнасимуту С. Основы биоинформатики [Электронный ресурс]/ Игнасимуту С.— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2007.— 324 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16582.html> .— ЭБС «IPRbooks»
2. Порозов Ю.Б. Биоинформатика [Электронный ресурс]/ Порозов Ю.Б.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Университет ИТМО, 2012.— 54 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65798.htm> 1.— ЭБС «IPRbooks»
3. Бородавский М. Задачи и решения по анализу биологических последовательностей [Электронный ресурс]/ Бородавский М., Екишева С.— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая

динамика, 2008.— 440 с.— Режим доступа:  
<http://www.iprbookshop.ru/16519.html> .— ЭБС «IPRbooks»

(дата обращения 03.06.2018)

4. Сетубал Ж. Введение в вычислительную молекулярную биологию [Электронный ресурс]/ Сетубал Ж., Мейданис Ж.— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, Ижевский институт компьютерных исследований, 2007. — 420 с. — Режим доступа:  
<http://www.iprbookshop.ru/16497.html> .— ЭБС «IPRbooks»
5. Использование программного пакета ChemCraft для моделирования и визуализации структуры и свойств молекулярных систем [Электронный ресурс]: методические указания/ — Электрон. текстовые данные.— Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2016.— 56 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/61971.html> .— ЭБС «IPRbooks»
6. Леск, А. Введение в биоинформатику / Леск, Артур ; пер. с англ. под ред. А.А. Миронова, В.К. Швядаса. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2009. - 318,[2] с. б)

#### **дополнительная литература:**

1. Математическая биология и биоинформатика: электронный журнал <http://www.matbio.org/about.php>
2. Бородовский М. Задачи и решения по анализу биологических последовательностей [Электронный ресурс]/ Бородовский М., Екишева С.— Электрон. текстовые данные.— Москва, Ижевск: Регулярная и хаотическая динамика, 2008.— 440 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16519.html> .— ЭБС «IPRbooks» (дата обращения 03.06.2018)
3. Молекулярное моделирование: теория и практика / Хёльтье, Х.-Д. - М. : БИНОМ. Лаб. знаний, 2009. - 318,[1] с

#### **в) программное обеспечение**

HYPERCHEM, ChemSketch, Chemcraft, PSI-BLAST,

#### **9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

Даггосуниверситет имеет доступ к комплектам библиотечного фонда основных отечественных и зарубежных академических и отраслевых журналов по профилю подготовки магистров по направлению 06.04.01 Биология:

1. ЭБС IPRbooks: <http://www.iprbookshop.ru/>

Лицензионный договор № 2693/17 от 02.10.2017г. об оказании услуг по предоставлению доступа.

2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru) договор № 55\_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru) договор № 55\_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг.
4. **Moodle** [Электронный ресурс]: система виртуального обучения: [база данных] / Даг. гос. ун-т. - Махачкала, г. - Доступ из сети ДГУ или, после регистрации из сети ун-та, из любой точки, имеющей доступ в интернет. - URL: <http://moodle.dgu.ru/>
5. Доступ к электронной библиотеке на <http://elibrary.ru> на основании лицензионного соглашения между ФГБОУ ВО ДГУ и «ООО» «Научная Электронная библиотека» от 15.10.2003.
6. Национальная электронная библиотека <https://нэб.пф/>. Договор №101/НЭБ/101/НЭБ/1597 от 1.08.2017г. Договор действует в течении 1 года с момента его подписания.
7. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru> / (единое окно доступа к образовательным ресурсам).
8. Федеральное хранилище «Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов» <http://school-collection.edu.ru/>
9. Российский портал «Открытого образования» <http://www.openet.edu.ru> 10. Сайт образовательных ресурсов Даггосуниверситета <http://edu.icc.dgu.ru> 9. Информационные ресурсы научной библиотеки Даггосуниверситета <http://elib.dgu.ru> (доступ через платформу Научной электронной библиотеки [elibrary.ru](http://elibrary.ru)).
11. Федеральный центр образовательного законодательства <http://www.lexed.ru>
12. **Springer**. Доступ ДГУ предоставлен согласно договору № 582-13SP, подписанный Министерством образования и науки, предоставлен по контракту 2017-2018 г.г., подписанный ГПНТБ с организациями-победителями конкурса. <http://link.springer.com> Доступ предоставлен на неограниченный срок

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

Самостоятельная работа студента над глубоким освоением фактического материала можно организовать в процессе выполнения практических работ, подготовки к занятиям, текущему, промежуточному и итоговому контролю знаний.

Пропущенные лекции отрабатываются в форме составления рефератов.



Задания по самостоятельной работе могут быть разнообразными:

- проработка учебного материала при подготовке к занятиям, текущему, промежуточному и итоговому контролю знаний по модульно-рейтинговой системе;
- поиск и обзор публикаций и электронных источников информации при подготовке к зачету, написании рефератов и курсовых работ;
- работа с тестами и контрольными вопросами при самоподготовке.

### **11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем.**

Используются следующее программное обеспечение: Microsoft Office (Access, Excel, PowerPoint, Word и т.д), HYPERCHEM, ChemSketch, Chemcraft, программное обеспечение электронного ресурса сайта ДГУ, инновационную систему тестирования, а также сетевую версию.

При осуществлении образовательного процесса студентами используются следующие информационно справочные системы: автоматизированная система управления (Деканат), электронные издания УМК, Видео-презентации к лекциям на закрытой части сайта группы «математическое моделирование биологических процессов», Виртуальные справочные службы, Библиотеки, Англоязычные ресурсы и порталы по биологии.

В учебном процессе для освоения дисциплины используются следующие технические средства:

- компьютерное и мультимедийное оборудование (на лекциях, для самоконтроля знаний студентов, для обеспечения студентов методическими рекомендациями в электронной форме);
- пакет прикладных обучающих программ (для самоподготовки и самотестирования);

В случае проведения занятий с использованием инновационных дистанционных технологий используются следующие аналоги традиционных занятий, представленных в таблице.

### **12. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине.**

- мультимедиа-проектор - демонстрация
- компьютер- демонстрация

- персональные компьютеры