

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
БИОИНФОРМАТИКА**

Кафедра биохимии и биофизики биологического факультета

Образовательная программа

06.04.01 Биология

Профиль подготовки
Биохимия и молекулярная биология
Физиология человека и животных
Ботаника
Физиология растений

Уровень высшего образования
магистратура

Форма обучения
очная, очно-заочная

Статус дисциплины: вариативная

Махачкала, 2020

Рабочая программа дисциплины «Биоинформатика» составлена в 2020 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 06.04.01 Биология (уровень магистратуры) от 23 сентября 2015 года № 1052.

Разработчик(и): кафедра биохимии и биофизики, Пиняскина Елена Владимировна, к.б.н., доцент

Рабочая программа дисциплины одобрена:
на заседании кафедры биохимии и биофизики от «24» марта 2020 года, протокол № 7.

Зав. кафедрой _____ Халилов Р.А.
(подпись)

на заседании Методической комиссии биологического факультета от «25» марта 2020 г., протокол № 7.

Председатель _____ Рамазанова П.Б.
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «26» марта 2020 г. _____

Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина «Биоинформатика» входит в вариативную часть дисциплин 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-7; профессиональных – ПК-3; ПК-4.

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 экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
		всего	из них						
	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации				
10	72	24	8	8	8			48	зачет

б) очно-заочная форма обучения

Семестр	Учебные занятия							СРС, в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе:								
	всего	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
		всего	из них						
	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации				
10	72	18	6	6	6			54	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.

Задачи: научить производить поиск необходимых данных, работать с ними (как правило, с использованием программ на компьютере), а также публиковать свои полученные результаты в базах данных и международных журналах.

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.

Курс ориентирован на:

1) ознакомление с современными достижениями в области биоинформатики и компьютерного моделирования биомолекулярных объектов и систем;

2) освоение теоретических основ биоинформатики с использованием компьютерного моделирования и интернет - ресурсов как средств исследования биоструктур - белков и нуклеотидов, предсказание их свойств, изучение пространственной организации биомолекул ;

3) освоение магистрами принципов применения информационных технологий для управления биологическими данными;

4) получения и сохранения данных,

5) работы с программными средствами и создания информационных ресурсов, а также автоматизированного анализа данных и интерпретации полученных результатов;

6) ознакомление магистров с основами и современными аспектами биоинформатики, возможностями и перспективами применения полученных результатов в различных областях науки.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП магистратуры

Дисциплина относится к вариативной части дисциплин (Б1.В.ОД.2) 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 компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения
ОПК-7	готовность творчески применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической	Знает: основные принципы важнейших процессов, протекающих на мембранном уровне: транспорт веществ, выработка энергии, возбудимость. Умеет: пользоваться компьютером и прикладными программами при про-

	информации для решения профессиональных задач	ведении научных исследований; оценить полученные в результате. Владеет современными методами анализа информации,
ПК-3	способность применять методические основы проектирования, выполнения полевых и лабораторных биологических, экологических исследований, использовать современную аппаратуру и вычислительные комплексы	Знает: основные принципы организации информационных процессов Умеет: интерпретировать и грамотно оценивать экспериментальные данные, в том числе публикуемые в научной литературе. Владеет современными методами автоматизированного анализа информации, используя современные программные средства и интернет-ресурсы
ПК-4	способность генерировать новые идеи и методические решения	Знает: принципы проведения экспериментов с 3D моделями белков и нуклеотидов; Умеет: принципы проведения экспериментов с 3D моделями белков и нуклеотидов; Владеет: современной аппаратурой и вычислительными комплексами и аппаратным программным обеспечением.

4. Объем, структура и содержание дисциплины.

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

4.2. Структура дисциплины.

а) очная форма обучения

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	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	Контроль самост. раб.		
Модуль 1.									

1	Введение в биоинформатику	7		2	2	2		24	Устный опрос, программированный опрос, презентации и доклады <u>Формы промежуточной аттестации:</u> коллоквиумы работа на компьютере
2	Биоинформатика последовательностей			2	2	2			
	Итого за модуль 1			4	4	4		24	
Модуль 2.									
3	Структурная биоинформатика			2	2	2		24	Устный и письменный, программированный опрос, презентации
4	Компьютерная геномика			2	2	2			
	Итого за модуль 2			4	4	4		24	
	ИТОГО:	72		8	8	8		48	

б) очно-заочная форма обучения

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	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	Контроль самостоятел. раб.		
Модуль 1.									
1	Введение в биоинформатику	7		1	1	1		30	Устный опрос, программированный опрос, презентации и доклады <u>Формы промежуточной аттестации:</u> коллоквиумы работа на компьютере
2	Биоинформатика последовательностей			1	1	1			
	Итого за модуль 1			2	2	2		30	
Модуль 2.									

3	Структурная биоинформатика			2	2	2		24	Устный и письменный, программированный опрос, презентации
4	Компьютерная геномика			2	2	2			
	Итого за модуль 2			4	4	4		24	
	ИТОГО:	72		6	6	6		54	

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 лабораторных занятий по дисциплине

Лабораторная работа №1 Знакомство с программой HYPERCHEM

Ознакомиться с программой.

- 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

Лабораторная работа №2 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

Лабораторная работа №3 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

Лабораторная работа №4 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 конфигурации

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

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.

Вопросы для самостоятельного изучения:

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. Функциональная геномика. Понятие экспрессии генов.
8. Биочипы.
9. Понятие «геной сети».
10. Структура генов и геномов. Экзон-интронная структура. Хромосомы.
11. Структура и функция РНК. Методы предсказания вторичной структуры РНК.
12. Трансляция РНК. Регуляция трансляции.
13. Генетический код.

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

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Перечень компетенций с указанием этапов их формирования приведен в описании образовательной программы.

Код компетенции из ФГОС ВО	Наименование компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения	Процедура освоения
ОПК-7	Выпускник обладает готовностью творчески приме-	Знает: основы и современные аспекты биоинформатики; перспективы	Устный опрос, письменный опрос, тести-

	<p>нять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации для решения профессиональных задач</p>	<p>применения полученных результатов в биологии и медицине.</p> <p>Умеет: применять информационные технологии для управления биологическими данными, получения и сохранения данных.</p> <p>Владеет: методами компьютерного моделирования и создания экспериментальных простейших баз данных, используя современные программные средства и интернет-ресурсы</p>	<p>рование, лабораторная работа</p>
ПК-3	<p>Выпускник обладает способностью применять методические основы проектирования, выполнения полевых и лабораторных биологических, экологических исследований, использовать современную аппаратуру и вычислительные комплексы (в соответствии с направленностью</p>	<p>Знает: примеры постановок и использования технологий при проведения исследований nano-биоструктур; принципы проведения экспериментов с 3D моделями белков и нуклеотидов, место и роль биоинформатики в современной науке.</p> <p>Умеет: пользоваться компьютером и прикладными программами при проведении научных исследований; оценить полученные в результате.</p> <p>Владеет: умением интерпретировать и грамотно оценивать экспериментальные данные, в том числе публикуемые</p>	<p>Устный опрос, письменный опрос, тестирование, лабораторная работа</p>

		в научной литературе	
ПК-4	Выпускник обладает способностью генерировать новые идеи и методические решения	<p>Знает: принципы проведения экспериментов с 3D моделями белков и нуклеотидов;</p> <p>Умеет: принципы проведения экспериментов с 3D моделями белков и нуклеотидов;</p> <p>Владеет: современной аппаратурой и вычислительными комплексами и аппаратным программным обеспечением.</p>	Устный опрос, письменный опрос, тестирование, лабораторная работа

7.2. Типовые контрольные задания

Примерные задания для проведения промежуточного контроля

Вопросы к зачету:

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?
15. Что такое базы данных структур? Приведите некоторые примеры.

16. Что такое база данных?
17. Какие типы баз данных вам известны?
18. Каковы, на ваш взгляд, функции баз данных?
19. Приведите примеры баз данных последовательностей нуклеиновых кислот. Для каких целей они созданы?
20. Каковы функции баз данных белковых последовательностей? Назовите несколько ресурсов.
21. Что такое библиографическая база данных? Дайте несколько примеров.
22. Что собой представляет «Виртуальная библиотека»?
23. Что такое система управления базами данных?
24. Что такое выравнивание последовательностей?
25. Каковы цели выравнивания последовательностей?
26. Какие типы выравнивания последовательностей вам известны?
27. Какие стратегии используются в предсказании генов?
28. Чем вызвана необходимость предсказания белковых структур?
29. Каким образом осуществляется сравнительное моделирование?
30. Каковы шаги сравнительного моделирования?
31. Что такое протягивание белков?
32. Что такое энергетический подход к предсказанию структур?
33. В чем состоит предсказание функции белка?
34. Приведите несколько примеров программ визуализации молекул.

7.3. 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,
- выполнение лабораторных заданий – 20 баллов,
- выполнение домашних (аудиторных) контрольных работ - 15 баллов.

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 40 баллов,

- письменная контрольная работа - 15 баллов,
- тестирование - 5 баллов.

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

а) 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» (дата обращения 03.06.2018)
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» (дата обращения 03.06.2018)
3. 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)
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» (дата обращения 03.06.2018)
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» (дата обращения 03.06.2018)
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 последователь-

ностей [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 / Хельтзе, 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. *Доступ открыт с 02.10.2017 г. до 02.10.2018 по подписке(доступ будет продлен)*
2. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru договор № 55_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг (доступ продлен до сентября 2019 года).
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» www.biblioclub.ru договор № 55_02/16 от 30.03.2016 г. об оказании информационных услуг.(доступ продлен до сентября 2019 года).
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/> (дата обращения: 22.03.2018).
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. (Раз в 5 лет обновляется лицензионное соглашение).
6. Национальная электронная библиотека <https://нэб.рф/>. 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).
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 биологии-

ческих 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 самоконтроля);

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

Лекции-презентации	
Лабораторные занятия/семинары	решение задач, коллективные тренинги, тест-тренинги, деловая онлайн игра
Консультации	Скайп консультации; Форум консультации
Контрольные процедуры	Контрольные процедуры Системы «онлайн-тренажер»: - тренировочное тестирование; - итоговое тестирование; - текущий тестовый контроль; - контроль остаточных знаний; Промежуточная аттестация (зачет)
Учебно-методические материалы	Слайд-лекции;
	Мониторинг работы с текстами;
	Деловая Оффлайн игра;
Самостоятельная работа	Изучение экспериментальных статей по дисциплине; Анализ и изучение обзоров публикаций научных статей

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

- мультимедиа-проектор - демонстрация
- компьютер- демонстрация
- персональные компьютеры