ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

*Утверждено:*
на заседании кафедры
протокол № 13 от «16» июня 2021 г.
Зав. кафедрой _____/С.А. Башкатов

Согласовано:
Председатель УМК факультета /института
_____/М.И. Гарипова

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина Математические методы анализа структуры биомолекул

Обязательная часть

**программа специалитета**

Направление подготовки (специальность)
Биология

Направленность (профиль) подготовки
Биохимия и биотехнология; Геномная медицина; Медико-биологические науки

Квалификация
Биолог

| | |
|---|---|
| Разработчики (составители)<br>Доцент кафедры биохимии и биотехнологии, к.б.н., доцент | _____/Цветков В.О. |
| Ассистент кафедры биохимии и биотехнологии | _____/Хабибуллина В.О. |

Для приема: 2021

Уфа 2021 г.

Составители: В.О. Цветков - доцент кафедры биохимии и биотехнологии, к.б.н., доцент;
В.О. Хабибуллина – ассистент кафедры биохимии и биотехнологии

Рабочая программа дисциплины *утверждена* на заседании кафедры протокол от «16» июня 2021 г. № 13

Заведующий кафедрой _____/Башкатов С.А./

**Список документов и материалов**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине

   4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

   4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

   5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

| Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК) | Формируемая компетенция (с указанием кода) | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Результаты обучения по дисциплине |
|---|---|---|---|
| *Системное и критическое мышление* | *УК–1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий* | *ИУК 1.1. Знает способы анализа проблемной ситуации как системы, выявляя ее составляющие и связи между ними* | *Знать основные понятия биоинформатики* |
| | | *ИУК 1.2. Умеет определять пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению* | *Уметь применять принципы биоинформатики* |
| | | *ИУК 1.3. Владеет навыками разработки и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов; опытом реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения* | *Владеть базовыми методами биоинформатики* |

| Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК) | Формируемая компетенция (с указанием кода) | Код и наименование индикатора достижения компетенции | Результаты обучения по дисциплине |
|---|---|---|---|
| *Самоорганизация и саморазвитие (в том числе здоровье сбережение)* | *УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни* | *ИУК 6.1. Знает:<br>- основы планирования профессиональной траектории с учетом особенностей как профессиональной, так и других видов деятельности и требований рынка труда;* | *Знать основные принципы организации и функционирования баз данных* |
| | | *ИУК 6.2. Умеет:<br>- расставлять приоритеты профессиональной* | *Уметь самостоятельно использовать методы биоинформатики* |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | *деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки;*<br>*- планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач;*<br>*- подвергать критическому анализу проделанную работу;*<br>*- находить и творчески использовать имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития;* | |
| | | *ИУК 6.3. Владеет:*<br>*- навыками выявления стимулов для саморазвития;*<br>*- навыкам определения реалистических целей профессионального роста.* | *Владеет навыками выявления стимулов для профессионального роста при работе с базами данных* |

| **Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)** | **Формируемая компетенция (с указанием кода)** | **Код и наименование индикатора достижения компетенции** | **Результаты обучения по дисциплине** |
|---|---|---|---|
| *Теоретические и практические основы профессиональной деятельности Теоретические и практические основы профессиональной деятельности* | *ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности* | *ОПК-1.1. Знает основные фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные понятия и методы, необходимые при решении профессиональных задач; нормативно-правовые акты, регламентирующие образовательную и трудовую деятельность в РФ* | *Знать основные понятия биоинформатики* |
| | | *ОПК-1.2. Умеет применять различные фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные понятия и методы, необходимые при решении профессиональных задач* | *Уметь применять инструменты биоинформатики* |
| | | *ОПК-1.3. Владеет способами оптимизации профессиональной деятельности с применением фундаментальных и прикладных медицинских, естественнонаучных знаний для постановки и решения стандартных и* | *Владеть методами обработки биологической информации* |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | *инновационных задач профессиональной деятельности* | |

| **Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)** | **Формируемая компетенция (с указанием кода)** | **Код и наименование индикатора достижения компетенции** | **Результаты обучения по дисциплине** |
|---|---|---|---|
| *Теоретические и практические основы профессиональной деятельности* | *ОПК-2. Способен выявлять и оценивать морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека, моделировать патологические состояния in vivo и in vitro при проведении биомедицинских исследований* | *ОПК-2.1. Знает качественные и количественные различия между здоровьем и болезнью, этиология, патогенез и клинические проявления наиболее часто встречающихся заболеваний, принципы их профилактики, лечения, а также общие закономерности нарушений функций систем организма* | *Знать принципы анализа биомедицинских данных* |
| | | *ОПК-2.2. Знает принципы действия, область применения современной биофизической аппаратуры, методические подходы к проведению научного эксперимента и клинической диагностики; принципы доказательной медицины* | *Знает принцип действия аппаратуры, используемой в медицинской биохимии* |
| | | *ОПК-2.3. Умеет выявлять и анализировать закономерности развития патологических процессов с помощью специальной аппаратуры лабораторных методов анализа; интерпретирует результаты различных диагностических методик, отражающих свойства, строения и функции.* | *Умеет анализировать биомедицинские данные* |
| | | *ОПК-2.4. Владеет навыками моделирования патологических состояний in vivo и in vitro при* | *Владеет навыками компьютерного моделирования* |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | *проведении биомедицинских исследований;* | |

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «*Математические методы анализа структуры биомолекул*» относится к обязательной части.

Дисциплина изучается на 3 *курсе* в 6 семестре.

Целью изучения дисциплины является формирование у студентов представлений об организации и разнообразии информации о структуре биологических макромолекул и возможностях ее обработки, навыков работы с данными на персональном компьютере, поиска информации в области молекулярной биологии, использования методов биоинформатики для решения профессиональных и прикладных задач, формирование общей культуры личности и культуры работы в профессиональной области для подготовки специалистов мирового уровня, способных решать ключевые проблемы современности: обеспечение устойчивого развития и повышения качества жизни в условиях возрастающей антропогенной нагрузки.

## 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

## 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

### 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенции УК–1. Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий

| **Код и наименование индикатора достижения компетенции** | **Результаты обучения по дисциплине** | Критерии оценивания результатов обучения | |
|---|---|---|---|
| | | «Не зачтено» | «Зачтено» |
| *ИУК 1.1. Знает способы анализа проблемной ситуации как системы, выявляя ее составляющие и связи между* | *Знать основы функционирования информационных систем* | Не ответил на вопросы или в ответе допустил много принципиальных ошибок, недостаточное количество баллов по результатам контрольных работ и тестирований, тема не раскрыта | Полные, последовательные, логичные ответы на вопросы, максимальные баллы по результатам контрольных работ и тестирований. Полное раскрытие темы с использованием современной научной литературы |

| | | | |
|---|---|---|---|
| *ними* | | | |
| *ИУК 1.2. Умеет определять пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению* | *Уметь осуществлять обработку данных с использованием современного инструментария* | Не ответил на вопросы или в ответе допустил много принципиальных ошибок, недостаточное количество баллов по результатам контрольных работ и тестирований, тема не раскрыта | Полные, последовательные, логичные ответы на вопросы, максимальные баллы по результатам контрольных работ и тестирований. Полное раскрытие темы с использованием современной научной литературы |
| *ИУК 1.3. Владеет навыками разработки и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов; опытом реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения* | *Владеть информационными технологиями, использующимися в сфере медицины* | Не ответил на вопросы или в ответе допустил много принципиальных ошибок, недостаточное количество баллов по результатам контрольных работ и тестирований, тема не раскрыта | Полные, последовательные, логичные ответы на вопросы, максимальные баллы по результатам контрольных работ и тестирований. Полное раскрытие темы с использованием современной научной литературы |

УК-6. Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки и образования в течение всей жизни

| **Код и наименование индикатора достижения компетенции** | **Результаты обучения по дисциплине** | Критерии оценивания результатов обучения | |
|---|---|---|---|
| | | «Не зачтено» | «Зачтено» |
| *ИУК 6.1. Знает: - основы планирования профессиональной траектории с учетом особенностей как профессиональной, так и других видов* | *Знать основные принципы организации и функционирования баз данных* | Не ответил на вопросы или в ответе допустил много принципиальных ошибок, недостаточное количество баллов по результатам контрольных работ и тестирований, тема не раскрыта | Полные, последовательные, логичные ответы на вопросы, максимальные баллы по результатам контрольных работ и тестирований. Полное раскрытие темы с использованием современной научной литературы |

| | | | |
|---|---|---|---|
| *деятельности и требований рынка труда;* | | | |
| *ИУК 6.2. Умеет:*<br>*- расставлять приоритеты профессиональной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки;*<br>*- планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач;*<br>*- подвергать критическому анализу проделанную работу;*<br>*- находить и творчески использовать имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития;* | *Уметь самостоятельно использовать методы биоинформатики* | Не ответил на вопросы или в ответе допустил много принципиальных ошибок, недостаточное количество баллов по результатам контрольных работ и тестирований, тема не раскрыта | Полные, последовательные, логичные ответы на вопросы, максимальные баллы по результатам контрольных работ и тестирований. Полное раскрытие темы с использованием современной научной литературы |
| *ИУК 6.3. Владеет:*<br>*- навыками выявления стимулов для саморазвития;*<br>*- навыкам определения реалистических целей профессионального роста.* | *Владеет навыками выявления стимулов для профессионального роста при работе с базами данных* | Не ответил на вопросы или в ответе допустил много принципиальных ошибок, недостаточное количество баллов по результатам контрольных работ и тестирований, тема не раскрыта | Полные, последовательные, логичные ответы на вопросы, максимальные баллы по результатам контрольных работ и тестирований. Полное раскрытие темы с использованием современной научной литературы |

ОПК-1. Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности

| **Код и наименование индикатора достижения** | **Результаты обучения по дисциплине** | Критерии оценивания результатов обучения | |
|---|---|---|---|
| | | «Не зачтено» | «Зачтено» |

| **компетенции** | | | |
|---|---|---|---|
| *ОПК-1.1. Знает основные фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные понятия и методы, необходимые при решении профессиональных задач; нормативно-правовые акты, регламентирующие образовательную и трудовую деятельность в РФ* | *Знать основные понятия биоинформатики* | Не ответил на вопросы или в ответе допустил много принципиальных ошибок, недостаточное количество баллов по результатам контрольных работ и тестирований, тема не раскрыта | Полные, последовательные, логичные ответы на вопросы, максимальные баллы по результатам контрольных работ и тестирований. Полное раскрытие темы с использованием современной научной литературы |
| *ОПК-1.2. Умеет применять различные фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные понятия и методы, необходимые при решении профессиональных задач* | *Уметь применять инструменты биоинформатики* | Не ответил на вопросы или в ответе допустил много принципиальных ошибок, недостаточное количество баллов по результатам контрольных работ и тестирований, тема не раскрыта | Полные, последовательные, логичные ответы на вопросы, максимальные баллы по результатам контрольных работ и тестирований. Полное раскрытие темы с использованием современной научной литературы |
| *ОПК-1.3. Владеет способами оптимизации профессиональной деятельности с применением фундаментальных и прикладных медицинских, естественнонаучных знаний для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности* | *Владеть методами обработки биологической информации* | Не ответил на вопросы или в ответе допустил много принципиальных ошибок, недостаточное количество баллов по результатам контрольных работ и тестирований, тема не раскрыта | Полные, последовательные, логичные ответы на вопросы, максимальные баллы по результатам контрольных работ и тестирований. Полное раскрытие темы с использованием современной научной литературы |

ОПК-2. Способен выявлять и оценивать морфофункциональные, физиологические

состояния и патологические процессы в организме человека, моделировать патологические состояния *in vivo* и *in vitro* при проведении биомедицинских исследований

| **Код и наименование индикатора достижения компетенции** | **Результаты обучения по дисциплине** | Критерии оценивания результатов обучения | |
|---|---|---|---|
| | | «Не зачтено» | «Зачтено» |
| *ОПК-2.1. Знает качественные и количественные различия между здоровьем и болезнью, этиология, патогенез и клинические проявления наиболее часто встречающихся заболеваний, принципы их профилактики, лечения, а также общие закономерности нарушений функций систем организма* | *Знать принципы анализа биомедицинских данных* | Не ответил на вопросы или в ответе допустил много принципиальных ошибок, недостаточное количество баллов по результатам контрольных работ и тестирований, тема не раскрыта | Полные, последовательные, логичные ответы на вопросы, максимальные баллы по результатам контрольных работ и тестирований. Полное раскрытие темы с использованием современной научной литературы |
| *ОПК-2.2. Знает принципы действия, область применения современной биофизической аппаратуры, методические подходы к проведению научного эксперимента и клинической диагностики; принципы доказательной медицины* | *Знает принцип действия аппаратуры, используемой в медицинской биохимии* | Не ответил на вопросы или в ответе допустил много принципиальных ошибок, недостаточное количество баллов по результатам контрольных работ и тестирований, тема не раскрыта | Полные, последовательные, логичные ответы на вопросы, максимальные баллы по результатам контрольных работ и тестирований. Полное раскрытие темы с использованием современной научной литературы |
| *ОПК-2.3. Умеет выявлять и анализировать закономерности развития патологических процессов с помощью специальной аппаратуры лабораторных методов анализа; интерпретирует результаты различных* | *Умеет анализировать биомедицинские данные* | Не ответил на вопросы или в ответе допустил много принципиальных ошибок, недостаточное количество баллов по результатам контрольных работ и тестирований, тема не раскрыта | Полные, последовательные, логичные ответы на вопросы, максимальные баллы по результатам контрольных работ и тестирований. Полное раскрытие темы с использованием современной научной литературы |

| | | | |
|---|---|---|---|
| *диагностических методик, отражающих свойства, строения и функции.* | | | |
| *ОПК-2.4. Владеет навыками моделирования патологических состояний in vivo и in vitro при проведении биомедицинских исследований;* | *Владеет навыками компьютерного моделирования* | Не ответил на вопросы или в ответе допустил много принципиальных ошибок, недостаточное количество баллов по результатам контрольных работ и тестирований, тема не раскрыта | Полные, последовательные, логичные ответы на вопросы, максимальные баллы по результатам контрольных работ и тестирований. Полное раскрытие темы с использованием современной научной литературы |

## 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.

| **Код и наименование индикатора достижения компетенции** | **Результаты обучения по дисциплине** | **Оценочные средства** |
|---|---|---|
| *ИУК 1.1. Знает способы анализа проблемной ситуации как системы, выявляя ее составляющие и связи между ними* | *Знать основы функционирования информационных систем* | Контрольная работа, тестирование, лабораторная работа |
| *ИУК 1.2. Умеет определять пробелы в информации, необходимой для решения проблемной ситуации, и проектирует процессы по их устранению* | *Уметь осуществлять обработку данных с использованием современного инструментария* | Контрольная работа, тестирование, лабораторная работа |
| *ИУК 1.3. Владеет навыками разработки и содержательно аргументирует стратегию решения проблемной ситуации на основе системного и междисциплинарного подходов; опытом реализации стратегии, определяя возможные риски и предлагая пути их устранения* | *Владеть информационными технологиями, использующимися в сфере медицины* | Контрольная работа, тестирование, лабораторная работа |
| *ИУК 6.1. Знает:<br>- основы планирования профессиональной траектории с учетом особенностей как профессиональной, так и других видов деятельности и требований рынка труда;* | *Знать основные принципы организации и функционирования баз данных* | Контрольная работа, тестирование, лабораторная работа |
| *ИУК 6.2. Умеет:<br>- расставлять приоритеты профессиональной деятельности и способы ее* | *Уметь самостоятельно использовать методы биоинформатики* | Контрольная работа, тестирование, лабораторная работа |

| | | |
|---|---|---|
| *совершенствования на основе самооценки;*<br>*- планировать самостоятельную деятельность в решении профессиональных задач;*<br>*- подвергать критическому анализу проделанную работу;*<br>*- находить и творчески использовать имеющийся опыт в соответствии с задачами саморазвития;* | | |
| *ИУК 6.3. Владеет:*<br>*- навыками выявления стимулов для саморазвития;*<br>*- навыкам определения реалистических целей профессионального роста.* | *Владеет навыками выявления стимулов для профессионального роста при работе с базами данных* | Контрольная работа, тестирование, лабораторная работа |
| *ОПК-1.1. Знает основные фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные понятия и методы, необходимые при решении профессиональных задач; нормативно-правовые акты, регламентирующие образовательную и трудовую деятельность в РФ* | *Знать основные понятия биоинформатики* | Контрольная работа, тестирование, лабораторная работа |
| *ОПК-1.2. Умеет применять различные фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные понятия и методы, необходимые при решении профессиональных задач* | *Уметь применять инструменты биоинформатики* | Контрольная работа, тестирование, лабораторная работа |
| *ОПК-1.3. Владеет способами оптимизации профессиональной деятельности с применением фундаментальных и прикладных медицинских, естественнонаучных знаний для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности* | *Владеть методами обработки биологической информации* | Контрольная работа, тестирование, лабораторная работа |
| *ОПК-2.1. Знает качественные и количественные различия между здоровьем и болезнью, этиология, патогенез и клинические проявления наиболее часто встречающихся заболеваний, принципы их профилактики, лечения, а также общие закономерности нарушений функций систем организма* | *Знать принципы анализа биомедицинских данных* | Контрольная работа, тестирование, лабораторная работа |
| *ОПК-2.2. Знает принципы действия, область применения современной биофизической* | *Знает принцип действия аппаратуры, используемой в медицинской биохимии* | Контрольная работа, тестирование, лабораторная работа |

| | | |
|---|---|---|
| *аппаратуры, методические подходы к проведению научного эксперимента и клинической диагностики; принципы доказательной медицины* | | |
| *ОПК-2.3. Умеет выявлять и анализировать закономерности развития патологических процессов с помощью специальной аппаратуры лабораторных методов анализа; интерпретирует результаты различных диагностических методик, отражающих свойства, строения и функции.* | *Умеет анализировать биомедицинские данные* | Контрольная работа, тестирование, лабораторная работа |
| *ОПК-2.4. Владеет навыками моделирования патологических состояний in vivo и in vitro при проведении биомедицинских исследований;* | *Владеет навыками компьютерного моделирования* | Контрольная работа, тестирование, лабораторная работа |

Шкалы оценивания:

*для зачета:*

зачтено – от 60 до 110 рейтинговых баллов (включая 10 поощрительных баллов),
не зачтено – от 0 до 59 рейтинговых баллов).

**Рейтинг – план дисциплины**

Математические методы анализа структуры биомолекул
направление/специальность 30.05.01 Медицинская биохимия
курс 3, семестр 6

| **Виды учебной деятельности студентов** | Балл за конкретное задание | Число заданий за семестр | Баллы | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Минимальный | Максимальный |
| **Модуль 1 Основы устройства и функционирования ЭВМ** | | | | |
| **Текущий контроль** | | | | |
| 1. Выполнение и защита лабораторных работ | 5 | 4 | 0 | 20 |
| 2. Тестирование | 10 | 1 | 0 | 10 |
| **Рубежный контроль** | | | | |
| 1. Письменная контрольная работа | 20 | 1 | 0 | 20 |
| **Модуль 2 Основные методы и подходы к обработке данных** | | | | |
| **Текущий контроль** | | | | |
| 1. Выполнение и защита лабораторных работ | 5 | 4 | 0 | 20 |
| 2. Тестирование | 10 | 1 | 0 | 10 |
| **Рубежный контроль** | | | | |
| 1. Письменная контрольная работа | 20 | 1 | 0 | 20 |
| **Поощрительные баллы** | | | | |
| 1. Выступление на научных конференциях, участие в олимпиадах | | | 0 | 5 |
| 2. Выполнение индивидуального задания | | | 0 | 5 |
| **Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)** | | | | |
| Посещение лекционных занятий | | | 0 | –6 |
| Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий) | | | 0 | –10 |
| **Итоговый контроль** | | | | |
| 1. Зачет | | | 0 | 110 |

**Примерные вопросы для контрольных работ**

1. Способы описания первичной структуры белков и нуклеиновых кислот. Формат FASTA.
2. Матрицы аминокислотных и нуклеотидных замен. Серии матриц PAM и BLOSUM.
3. Оценка выравнивания. Счет выравнивания, штрафы. Линейный и аффинный штраф за делецию. Биологический смысл использования аффинного штрафа.
4. Парное и множественное выравнивание.
5. Способы получения выравнивания. Точечные матрицы сходства. Фильтрация шума на матрицах. Интерпретация.
6. Алгоритм Нидлмана - Вунша. Глобальное выравнивание. Алгоритм Смита - Ватермана. Локальное выравнивание, его использование.
7. Множественное выравнивание. Консенсус и профиль выравнивания. Интерпретация результатов множественного выравнивания.
8. Эвристические алгоритмы, их преимущества и недостатки. Обоснование необходимости их применения. Алгоритм ClustalW.
9. Прогрессивное выравнивание и выравнивание "последовательность - профиль". Современные методы множественного выравнивания. Программы и веб-сервисы.
10. Оценка статистической достоверности выравнивания. Подход Bootstrap. z-score, p-value, E-value. Интерпретация.
11. Базы и банки данных первичных и высших структур биологических макромолекул, их функциональных свойств и другой информации. Классификация баз данных. Идентификаторы.
12. Алгоритмы поиска информации в базах данных. Фильтрация. Синтаксис поискового запроса в NCBI. Основные разделы NCBI.
13. Поиск гомологичных последовательностей. Алгоритм FASTA. Алгоритм BLAST. Терминология. Параметры поиска.
14. Базы данных и способы записи информации о структуре молекул. Структура файла PDB.
15. Программы для визуализации структур, возможности и режимы работы. Идентификаторы баз данных.
16. Параметры, определяющие конформацию макромолекулы. Обозначения торсионных углов полинуклеотида и полипептида.
17. Карты Рамачандрана - графическое описание конформации полипептида.
18. Виды филогенетических деревьев. Понятия и термины. Дерево как граф. Гомологи, ортологи и паралоги.
19. Способы кластеризации объектов. Определение расстояния между объектами по одной или нескольким переменным.
20. Принципы построения и использования матриц расстояний. Правила объединения групп.
21. Метод ближайшего соседа, метод попарного среднего, метод максимальной экономии и метод наибольшего правдоподобия. Биологический смысл использования данных методов.
22. Формат Newick. Запись кладограмм и филограмм. Интерпретация.
23. Программные средства построения филогенетических деревьев.

**Критерии оценки (в баллах):**

- *0 баллов выставляется студенту, если задание не выполнено;*
- *1-4 балла выставляется студенту, если правильно ответил на 2 вопроса;*
- *5-8 балла выставляется студенту, если правильно ответил на 4 вопроса;*
- *9-12 баллов выставляется студенту, если правильно ответил на 6 вопросов;*

*- 13-16 баллов выставляется студенту, если правильно ответил на 8 вопросов;*
*- 17-20 баллов выставляется студенту, если правильно ответил на 9-10 вопросов.*

**Примерные темы лабораторных работ**

Занятие 1. Поиск и сравнение последовательностей
Работа 1. Поиск последовательностей
Работа 2. Парное выравнивание
Работа 3. Множественное выравнивание
Работа 4. Поиск и анализ гомологичных последовательностей

Занятие 2. Пространственные структуры биомолекул
Работа 1. Поиск структур и файлы PDB
Работа 2. Просмотр структур с использованием сервиса JSmol
Работа 3. Просмотр структур в программе DS Viewer Pro
Работа 4. Карты Рамачандрана и структурная организация белков

Занятие 3. Анализ белковых последовательностей
Работа 1. Анализ закономерностей формирования третичной структуры белка
Работа 2. Предсказание структуры белка

Занятие 4. Анализ нуклеотидных последовательностей и структур
Работа 1. Поиск рамки считывания в ДНК
Работа 2. Изучение структуры т-РНК
Работа 3. Предсказание вторичной структуры РНК

Занятие 5. Анализ белковых структур. Молекулярный дизайн
Работа 1. Поиск функционального центра молекулы белка
Работа 2. Анализ взаимодействий в комплексе
Работа 3. Дизайн и докинг

Занятие 6. Программирование и веб-дизайн
Работа 1. Веб-дизайн. HTML – язык разметки гипертекста
Работа 2. Основы программирования

**Критерии оценки (в баллах):**

*- 0 баллов выставляется студенту, если лабораторная работа не выполнена;*
*- 1-2 балла выставляется студенту, если выполнил лабораторную работу, продемонстрировал уверенное владение методикой;*
*- 3-4 балла выставляется студенту, выполнил лабораторную работу, продемонстрировал уверенное владение методикой, ответил на все вопросы, при ответе на вопросы допускает негрубые ошибки и неточности;*
*- 5 баллов выставляется студенту, если выполнил лабораторную работу, продемонстрировал уверенное владение методикой, ответил на все вопросы.*

**Примерные вопросы тестов**

1. Чему равно расстояние по Хэммингу между последовательностями ASTSQ и QSTSA ?
2. Чему равно расстояние по Левенштайну между последовательностями ASTSQ и STSQA ?
3. Какие две из четырех последовательностей наиболее сходны? Почему?

VLSDA VLSEA VLSQA VLSQF

4. Последовательность DICLGASVSLTFEVCI может принадлежать:

Альфа-спирали ; Бета-листу ;
Петле; Трансмембранному участку .

Объясните свое решение.

**Критерии оценки (в баллах):**

*- 0 баллов выставляется студенту, если задание не выполнено;*
*- 1-2 балла выставляется студенту, если правильно ответил на 2 вопроса;*
*- 3-4 балла выставляется студенту, если правильно ответил на 4 вопроса;*
*- 5-6 баллов выставляется студенту, если правильно ответил на 6 вопросов;*
*- 7-8 баллов выставляется студенту, если правильно ответил на 8 вопросов;*
*- 9-10 баллов выставляется студенту, если правильно ответил на 9-10 вопросов.*

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

**Основная литература**:

1. Сборник заданий по биоинформатике: учебное пособие / В.О. Цветков. - Уфа: РИЦ БашГУ, 2017. [Электронный ресурс] Электронный читальный зал.

**Дополнительная литература**:

1. Биоинформатика : учебник для академического бакалавриата / В. Е. Стефанов, А. А. Тулуб, Г. Р. Мавропуло-Столяренко .— Москва : Юрайт, 2018 .— 252 с. (место хранения – аб 3, 34 экз.)

### 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Права на программы для ЭВМ операционная система для персонального компьютера Win SL 8 Russian OLP NL Academic Edition Legalization Get Genuine. Права на программы для ЭВМ обновление операционной системы для персонального компьютера Windows Professiona l 8 Russian Upgrade OLP NL Academic Edition. Договор №104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные.
2. Программа для ЭВМ Office Standard 2013 Russian OLPNL Academic Edition. Договор №114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные.
3. Официальный оригинальный английский текст лицензии для системы Moodle http://www.gnu.org/licenses/gpl.html

Перевод лицензии для системы Moodle http://rusgpl.ru/rusgpl.pdf›

4. Электронная библиотечная система «ЭБ БашГУ» - https://elib.bashedu.ru//
5. Электронная библиотечная система издательства «Лань» - https://e.lanbook.com/
6. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - https://biblioclub.ru/
7. Научная электронная библиотека - elibrary.ru (доступ к электронным научным журналам) - https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp
8. Электронный каталог Библиотеки БашГУ - http://www.bashlib.ru/catalogi/
9. Электронная библиотека диссертаций РГБ -http://diss.rsl.ru/
10. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. База данных международных индексов научного цитирования SCOPUS - http://www.gpntb.ru.
11. NCBI ncbi.nlm.nih.gov
10. BLAST blast.ncbi.nlm.nih.gov
11. Protein Data Bank rcsb.org
12. European Bioinformatics Institute – EMBL www.ebi.ac.uk
13. Discovery Studio Viewer accelrys.com/products/collaborative-science/biovia-discovery-studio/visualization-download.php
14. Sequence Management Service bioinformatics.org/sms2
15. Сервис просмотра и анализа структуры биомолекул софт.биоуфа.рф/молекулы
16. Работа с регулярными выражениями www.regexpal.com
17. Построение карт Рамачандрана eds.bmc.uu.se/ramachan.html
18. Поиск ORF ncbi.nlm.nih.gov/orffinder
19. Предсказание вторичной структуры РНК rna.urmc.rochester.edu/RNAstructureWeb/Servers/Predict1/Predict1.html
20. Докинг swissdock.ch/docking
21. Карты Рамачандрана: описание конформации белковой молекулы. Интерактивное дополнение к пособию софт.биоуфа.рф/молекулы/Рамачандран.html

## 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

| № п/п | Наименование вида образования, уровня образования, профессии, специальности, направления подготовки, научной специальности (для профессионального образования), подвида дополнительного образования | Наименование объекта, подтверждающего наличие материально-технического обеспечения, с перечнем основного оборудования | Адрес (местоположение) объекта, подтверждающего наличие материально-технического обеспечения, номер такого объекта в соответствии с документами по технической инвентаризации | Собственность или оперативное управление, хозяйственное ведение, аренда (субаренда), безвозмездное пользование, практическая подготовка | Документ – основание возникновения права (реквизиты и сроки действия) | Реквизиты заключения Государственной инспекции безопасности дорожного движения Министерства внутренних дел Российской Федерации о соответствии учебно-материальной базы установленным требованиям (при наличии образовательных программ подготовки водителей автомототранспортных средств) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Б1.О.17.05 | Математические методы анализа структуры биомолекул | 1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: Аудитория № 332 Оборудование: учебная мебель, доска, Мультимедиа-проектор PanasonicPT-LB78VE, экран настенный ClassicNorma. | 450076, Республика Башкортостан, Городской Округ Город Уфа, город Уфа, улица Заки Валиди, дом 32/3 | Безвозмездное пользование | Министерство имущественных отношений Приказ № 821 от 25.10.2005 г. Договор № 38-БП о передаче государственного имущества в безвозмездное пользование от 01.11.2005 г. Бессрочное Министерство земельных и имущественных отношений Республики Башкортостан Приказ № 2229 от 19.11.2013 г. Дополнительное соглашение № 38/821/740/2229 БП к договору от 1 ноября 2005 года № 38-БП о передаче государственного имущества в | - |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | (2 этаж, №10). | | безвозмездное пользование<br>от 19.11.2013 г. Бессрочное<br>Министерство земельных и имущественных отношений Республики Башкортостан Приказ № 200 от 15.02.2021 г. О внесении изменений в договор о передаче государственного имущества в безвозмездное пользование от 1 ноября 2005 года № 38-БП<br>Дополнительное соглашение<br>№ 38/821/740/2229/922/200 БП к договору от 1 ноября 2005 года № 38-БП о передаче государственного имущества в безвозмездное пользование от 15.02.2021 г. Бессрочное | |
| | | 2. Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа:<br>Аудитория № 324<br>Оборудование: учебная мебель, доска, экран на штативе. | 450076, Республика Башкортостан, Городской Округ Город Уфа, город Уфа, улица Заки Валиди, дом 32/3<br>(2 этаж, №16). | Безвозмездное пользование | Министерство имущественных отношений Приказ № 821 от 25.10.2005 г. Договор № 38-БП о передаче государственного имущества в безвозмездное пользование от 01.11.2005 г. Бессрочное<br>Министерство земельных и имущественных отношений Республики Башкортостан Приказ № 2229 от 19.11.2013 г. Дополнительное соглашение № 38/821/740/2229 БП к договору от 1 ноября 2005 года № 38-БП о передаче государственного имущества в безвозмездное пользование<br>от 19.11.2013 г. Бессрочное<br>Министерство земельных и имущественных отношений Республики Башкортостан Приказ № 200 от 15.02.2021 г. О внесении изменений в договор о передаче государственного имущества в безвозмездное пользование от 1 ноября 2005 года № 38-БП<br>Дополнительное соглашение<br>№ 38/821/740/2229/922/200 БП к договору от 1 ноября 2005 года № 38-БП о передаче государственного имущества в безвозмездное пользование от 15.02.2021 г. Бессрочное | - |
| | | Аудитория № 327<br>Оборудование: учебная мебель, доска, проектор BenQMX525 DLP3200LmXGA13000, экран ClassicSolutionNorma настенный. | 450076, Республика Башкортостан, Городской Округ Город Уфа, город Уфа, улица Заки Валиди, | Безвозмездное пользование | Министерство имущественных отношений Приказ № 821 от 25.10.2005 г. Договор № 38-БП о передаче государственного имущества в безвозмездное пользование от 01.11.2005 г. Бессрочное<br>Министерство земельных и имущественных отношений Республики Башкортостан Приказ № 2229 от 19.11.2013 г. Дополнительное соглашение № 38/821/740/2229 БП к договору от 1 ноября 2005 года | - |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | дом 32/3<br>(2 этаж, №4). | | № 38-БП о передаче государственного имущества в безвозмездное пользование<br>от 19.11.2013 г. Бессрочное<br>Министерство земельных и имущественных отношений Республики Башкортостан Приказ № 200 от 15.02.2021 г. О внесении изменений в договор о передаче государственного имущества в безвозмездное пользование от 1 ноября 2005 года № 38-БП<br>Дополнительное соглашение<br>№ 38/821/740/2229/922/200 БП к договору от 1 ноября 2005 года № 38-БП о передаче государственного имущества в безвозмездное пользование от 15.02.2021 г. Бессрочное | |
| | | Аудитория № 318б<br>Оборудование: учебная мебель, лабораторный инвентарь, шкаф вытяжной. | 450076, Республика Башкортостан, Городской Округ Город Уфа, город Уфа, улица Заки Валиди, дом 32/3<br>(2 этаж, №25) | Безвозмездное пользование | Министерство имущественных отношений Приказ № 821 от 25.10.2005 г. Договор № 38-БП о передаче государственного имущества в безвозмездное пользование от 01.11.2005 г. Бессрочное<br>Министерство земельных и имущественных отношений Республики Башкортостан Приказ № 2229 от 19.11.2013 г. Дополнительное соглашение № 38/821/740/2229 БП к договору от 1 ноября 2005 года № 38-БП о передаче государственного имущества в безвозмездное пользование<br>от 19.11.2013 г. Бессрочное<br>Министерство земельных и имущественных отношений Республики Башкортостан Приказ № 200 от 15.02.2021 г. О внесении изменений в договор о передаче государственного имущества в безвозмездное пользование от 1 ноября 2005 года № 38-БП<br>Дополнительное соглашение<br>№ 38/821/740/2229/922/200 БП к договору от 1 ноября 2005 года № 38-БП о передаче государственного имущества в безвозмездное пользование от 15.02.2021 г. Бессрочное | - |
| | | Аудитория № 328<br>Оборудование: учебная мебель, доска, лабораторный инвентарь, весы VIC, колориметр КФК УХЛ 4.2, концентратор центробежный Centri Vap Solvent System Labconco, ферментер, холодильник бытовой Бирюса, шкаф | 450076, Республика Башкортостан, Городской Округ Город Уфа, город Уфа, улица | Безвозмездное пользование | Министерство имущественных отношений Приказ № 821 от 25.10.2005 г. Договор № 38-БП о передаче государственного имущества в безвозмездное пользование от 01.11.2005 г. Бессрочное<br>Министерство земельных и имущественных отношений Республики Башкортостан Приказ № 2229 от 19.11.2013 г. Дополнительное соглашение № | - |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | вытяжной – 2 шт. | Заки Валиди, дом 32/3 (2 этаж, №5). | | 38/821/740/2229 БП к договору от 1 ноября 2005 года № 38-БП о передаче государственного имущества в безвозмездное пользование от 19.11.2013 г. Бессрочное Министерство земельных и имущественных отношений Республики Башкортостан Приказ № 200 от 15.02.2021 г. О внесении изменений в договор о передаче государственного имущества в безвозмездное пользование от 1 ноября 2005 года № 38-БП Дополнительное соглашение № 38/821/740/2229/922/200 БП к договору от 1 ноября 2005 года № 38-БП о передаче государственного имущества в безвозмездное пользование от 15.02.2021 г. Бессрочное | |
| | | 3. Учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций: Аудитория № 231 Лаборатория ИТ Оборудование: учебная мебель, доска, персональный компьютер: Intel Core i5-9400, 2,9ГГц, ОЗУ 8,00 ГБ, Windows 10 Pro x64, ПЗУ 1Тб (16 шт.). | 450076, Республика Башкортостан, Городской Округ Город Уфа, город Уфа, улица Заки Валиди, дом 32/3 (1 этаж, №14). | Безвозмездное пользование | Министерство имущественных отношений Приказ № 821 от 25.10.2005 г. Договор № 38-БП о передаче государственного имущества в безвозмездное пользование от 01.11.2005 г. Бессрочное Министерство земельных и имущественных отношений Республики Башкортостан Приказ № 2229 от 19.11.2013 г. Дополнительное соглашение № 38/821/740/2229 БП к договору от 1 ноября 2005 года № 38-БП о передаче государственного имущества в безвозмездное пользование от 19.11.2013 г. Бессрочное Министерство земельных и имущественных отношений Республики Башкортостан Приказ № 200 от 15.02.2021 г. О внесении изменений в договор о передаче государственного имущества в безвозмездное пользование от 1 ноября 2005 года № 38-БП Дополнительное соглашение № 38/821/740/2229/922/200 БП к договору от 1 ноября 2005 года № 38-БП о передаче государственного имущества в безвозмездное пользование от 15.02.2021 г. Бессрочное | - |
| | | 4. Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: Аудитория № 231 Лаборатория ИТ Оборудование: учебная мебель, доска, персональный компьютер: Intel Core i5- | 450076, Республика Башкортостан, Городской Округ Город Уфа, город | Безвозмездное пользование | Министерство имущественных отношений Приказ № 821 от 25.10.2005 г. Договор № 38-БП о передаче государственного имущества в безвозмездное пользование от 01.11.2005 г. Бессрочное Министерство земельных и имущественных отношений Республики Башкортостан Приказ № 2229 | - |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 9400, 2,9ГГц, ОЗУ 8,00 ГБ, Windows 10 Pro x64, ПЗУ 1Тб (16 шт.). | Уфа, улица Заки Валиди, дом 32/3 (1 этаж, №14). | | от 19.11.2013 г. Дополнительное соглашение № 38/821/740/2229 БП к договору от 1 ноября 2005 года № 38-БП о передаче государственного имущества в безвозмездное пользование от 19.11.2013 г. Бессрочное Министерство земельных и имущественных отношений Республики Башкортостан Приказ № 200 от 15.02.2021 г. О внесении изменений в договор о передаче государственного имущества в безвозмездное пользование от 1 ноября 2005 года № 38-БП Дополнительное соглашение № 38/821/740/2229/922/200 БП к договору от 1 ноября 2005 года № 38-БП о передаче государственного имущества в безвозмездное пользование от 15.02.2021 г. Бессрочное | |
| | | Аудитория № 319 Лаборатория ИТ Оборудование: учебная мебель, доска, персональный компьютер: Intel Core i5-3470, 3,2 ГГц, ОЗУ 8,00 ГБ, Windows 7 Профессиональная x64, ПЗУ 360 Гб (15 шт.) | 450076, Республика Башкортостан, Городской Округ Город Уфа, город Уфа, улица Заки Валиди, дом 32/3 (2 этаж, №22). | Безвозмездное пользование | Министерство имущественных отношений Приказ № 821 от 25.10.2005 г. Договор № 38-БП о передаче государственного имущества в безвозмездное пользование от 01.11.2005 г. Бессрочное Министерство земельных и имущественных отношений Республики Башкортостан Приказ № 2229 от 19.11.2013 г. Дополнительное соглашение № 38/821/740/2229 БП к договору от 1 ноября 2005 года № 38-БП о передаче государственного имущества в безвозмездное пользование от 19.11.2013 г. Бессрочное Министерство земельных и имущественных отношений Республики Башкортостан Приказ № 200 от 15.02.2021 г. О внесении изменений в договор о передаче государственного имущества в безвозмездное пользование от 1 ноября 2005 года № 38-БП Дополнительное соглашение № 38/821/740/2229/922/200 БП к договору от 1 ноября 2005 года № 38-БП о передаче государственного имущества в безвозмездное пользование от 15.02.2021 г. Бессрочное | - |
| | | 5. Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащеное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к | 450076, Республика Башкортостан, Городской Округ Город | Оперативное управление | Выписка из ЕГРН об основных характеристиках и зарегистрированных правах на объект недвижимости № 02/264/091/2019-5822 от 12.12.2019 г. | - |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | электронной информационно-образовательной среде:<br>Читальный зал №2<br>Оборудование:<br>1. Научный и учебный фонд.<br>2. Научная периодика.<br>3. ПК (моноблок) – 10 шт.<br>4. Неограниченный доступ к электронным БД и ЭБС.<br>5. Количество посадочных мест – 40. | Уфа, город Уфа, улица Заки Валиди, дом 32/1 (2 этаж, № 1, 1а, 1б, 1г, 2, 2а) | | Бессрочное | |

Приложение № 1

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Математические методы анализа структуры биомолекул на 3 курсе в 6 семестре
Очная форма обучения

| Вид работы | Объем дисциплины |
|---|---|
| Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов) | 2/72 |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем: | 48,2 |
| лекций | 16 |
| практических/ семинарских | 32 |
| лабораторных | 0 |
| других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР) | 0,2 |
| из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта | |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР) | 23,8 |
| из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта | |
| Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль) | |

Форма контроля:
зачет 6 семестр

| № п/п | Тема и содержание | Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах) | | | | Задания по самостоятельной работе студентов | Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ЛК | ПР/СЕМ | ЛР | СР | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 8 | 9 |
| 1. | Сравнение последовательностей. Парное и множественное выравнивание | 4 | 8 | | 6 | Подготовка к контрольной работе и тестированию Основная литература: 1 Дополнительная литература: 1 | Контрольная работа, тестирование, лабораторная работа |
| 2. | Банки данных биологической информации. Поиск | 4 | 8 | | 6 | Подготовка к контрольной работе и тестированию Основная литература: 1 Дополнительная литература: 1 | Контрольная работа, тестирование, лабораторная работа |
| 3. | Пространственные структуры макромолекул | 4 | 8 | | 6 | Подготовка к контрольной работе и тестированию Основная литература: 1 Дополнительная литература: 1 | Контрольная работа, тестирование, лабораторная работа |
| 4. | Филогенетика | 4 | 8 | | 5,8 | Подготовка к контрольной работе и тестированию Основная литература: 1 Дополнительная литература: 1 | Контрольная работа, тестирование, лабораторная работа |
| | **Всего часов:** | 16 | 32 | | 23,8 | | |