

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:
на заседании кафедры биохимии
и биотехнологии
протокол № 14 от 26 мая 2017 г.
Зав. кафедрой К.Торку /Р.Г. Фархутдинов

Согласовано:
Председатель УМК биологического
факультета

И.А. Шпирная /И.А. Шпирная

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

дисциплина Биоинформатика

Вариативная часть

программа бакалавриата

Направление подготовки (специальность)
19.03.01 Биотехнология

Направленность (профиль) подготовки
Молекулярная биотехнология

Квалификация
Бакалавр

Разработчик (составитель):
доцент кафедры биохимии и
биотехнологии, к.б.н.

_____ / В.О. Цветков

В.О. Цветков

Для приема: 2017 г.

Уфа 2017 г.

Составитель: В.О. Цветков, кандидат биологических наук, доцент кафедры биохимии и биотехнологии

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры биохимии и биотехнологии, протокол № 14 от 26 мая 2017 г.

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры биохимии и биотехнологии: обновлены программное обеспечение, профессиональные баз данных и информационные справочные системы, протокол № 15 от 15 июня 2018 г.

Заведующий кафедрой  / Р.Г. Фархутдинов

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, утверждены на заседании кафедры биохимии и биотехнологии: обновлены программное обеспечение, профессиональные баз данных и информационные справочные системы, протокол № 15 от 25 апреля 2019 г.

Заведующий кафедрой  / Р.Г. Фархутдинов

Список документов и материалов

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы | 4 |
| 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы | 6 |
| 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся) | 7 |
| 4. Фонд оценочных средств по дисциплине | 7 |
| 4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания | 7 |
| 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций | 12 |
| 4.3. Рейтинг-план дисциплины | 15 |
| 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины | 20 |
| 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины | 20 |
| 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины | 21 |
| 6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине | 21 |

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

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

| Результаты обучения | | Формируемая компетенция (с указанием кода) | Примечание |
|---------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знания | Знать: - содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности - характеристики и механизмы процессов саморазвития и самореализации личности - основы и механизмы управления временем (тайм-менеджмент) | ОК-7 – способность к самоорганизации и самообразованию | Знать способы самостоятельного изучения биоинформатики |
| | Воспроизводить и объяснять учебный материал с требуемой степенью научной точности и полноты | ОПК-11 – способность применять современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, геномной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования | Воспроизводить и объяснять учебный материал по биоинформатике |
| | Знать: базовые теоретические положения и методы полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии | ПК-3 – готовность применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии | Знать: базовые теоретические положения и методы производственных исследований современной биологии |
| | Знать основные технические средства поиска научно- биологической информации Знать универсальные пакеты прикладных компьютерных программ Знать принципы планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов Знать принципы использования современных информационных технологий в своей профессиональной деятельности | ПК-8 – способность использовать основные технические средства поиска научно-биологической информации, универсальные пакеты прикладных компьютерных программ, создавать базы экспериментальных биологических данных, работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях | Знать основные технические средства, применяемые в профессиональной деятельности |
| Умения | Уметь: -планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений с учетом условий, средств, личностных возможностей и временной перспективы достижения; осуществления деятельности. -самостоятельно строить процесс овладения информацией, отобранной и структурированной для выполнения профессиональной деятельности. -реализовывать личностные способности, творческий потенциал в различных видах деятельности и социальных общностях - анализировать и объективно оценивать собственное «Я» в контексте требований современному специалисту -искать перспективу использования новых идей в профессиональной деятельности, адаптироваться | ОК-7 – способность к самоорганизации и самообразованию | Уметь самостоятельно находить информацию |

| | | | |
|---------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | и гибко перестраиваться в соответствии с требованиями в профессиональной деятельности; - распределять задачи в профессиональной деятельности на долго-, средне- и краткосрочные | | |
| | 1 Уметь решать типичные задачи профессиональной деятельности на основе воспроизведения стандартных алгоритмов 2. Уметь объяснить причины появления новых физико-химические свойств у наноматериалов | ОПК-11 – применять современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, геномной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования | Уметь решать типичные задачи профессиональной деятельности |
| | Уметь: применять базовые теоретические положения и методы полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии для решения обще профессиональных задач | ПК-3 – готовность применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии | Уметь применять базовые теоретические положения и методы производственных исследований современной биологии для решения обще профессиональных задач |
| | Уметь оперировать знаниями об использовании современных информационных технологий в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакетов прикладных программ Уметь применять знания об использовании современных информационных технологий в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакетов прикладных программ Уметь анализировать данные результатов использования современных информационных технологий в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакетов прикладных программ | ПК-8 – способность использовать основные технические средства поиска научно-биологической информации, универсальные пакеты прикладных компьютерных программ, создавать базы экспериментальных биологических данных, работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях | Уметь работать с информацией с использованием технических средств |
| Владения (навыки / опыт деятельности) | Владеть: Понятийным и терминологическим аппаратом дисциплины методами биотехнологических и биомедицинских производств, геномной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования | ОК-7 – способность к самоорганизации и самообразованию | Владеть приемами саморегуляции эмоциональных и функциональных состояний при использовании ЭВМ |
| | Владеть понятийным и терминологическим аппаратом дисциплины Владеть навыками использования современных информационных технологий для решения профессиональных задач данными о применения наноматериалов в биологии и медицине | ОПК-11 – способность применять современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, геномной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования | Владеть понятийным и терминологическим аппаратом дисциплины |
| | Владеть: навыками решения профессиональных задач, используя базовые теоретические положения и методы полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии | ПК-3 – готовность применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии | Владеть навыками решения профессиональных задач, используя базовые теоретические положения и методы производственных |

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | исследований современной биологии |
| <p>Владеть навыками работы с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях</p> <p>Владеть понятийным и терминологическим аппаратом современных информационных технологий в своей профессиональной области, в том числе баз данных и пакетов прикладных программ</p> <p>Владеть методами анализа и оценки современных информационных технологий в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакетов прикладных программ</p> | <p>ПК-8 – способность использовать основные технические средства поиска научно-биологической информации, универсальные пакеты прикладных компьютерных программ, создавать базы экспериментальных биологических данных, работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях</p> | <p>Владеть навыками работы с биологической информацией с использованием информационных технологий</p> |

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Биоинформатика» относится к дисциплинам по выбору.

Дисциплина изучается на 2 курсе в 1 семестре.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, формируемые в рамках изучения следующих дисциплин: информатика, математика, физика, химия, биохимия.

Целью освоения дисциплины «Биоинформатика» является формирование у студентов навыков эффективной работы с персональным компьютером и источниками информации, использования возможностей ЭВМ для решения профессиональных и прикладных задач, формирование как общей, так и информационной культуры личности.

В процессе изучения дисциплины «Биоинформатика» обучающиеся должны использовать, обогащать и систематизировать фундаментальные знания по информатике, биологии, математике, физике. Изучение этого предмета является важным для формирования научного и эстетического мировоззрения. Студенты должны получить практические навыки для работы с оборудованием и программным обеспечением, используемым в различных отраслях образования, науки и производства. Воспитательное значение курса «Биоинформатика» связано с его ролью в формировании научно-логического мировоззрения, познавательной активности студентов, а также общей и информационной культуры личности.

Цикл Б.1, вариативная часть. Биоинформатика представляет собой одну из важных дисциплин в подготовке биологов. После изучения данной дисциплины выпускник должен быть подготовлен к деятельности в различных областях фундаментальной и прикладной биологии.

Для эффективного освоения данной дисциплины необходимы знания в области естественных и точных наук, а именно: информатики, математики, физики, химии, биохимии.

Изучение дисциплины проводится в рамках основной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению по 06.03.01 Биология, и направлено на подготовку обучающихся к научно-исследовательской, научно-производственной и проектной, организационно-управленческой, педагогической и информационно-биологической деятельности.

Обучающийся должен иметь представление о фундаментальных разделах биологии, математики, химии и физики. Эти знания будут способствовать осознанному восприятию о функционировании вычислительных машин и программного обеспечения. Освоение биоинформатики необходимо для изучения множества других дисциплин.

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 с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции ОК-7 – способность к самоорганизации и самообразованию

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | «Незачтено» | «Зачтено» |
| Первый этап (уровень) | Знать: содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности; характеристики и механизмы процессов саморазвития и самореализации личности; основы и механизмы управления временем (тайм-менеджмент). | Не знает содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности; характеристики и механизмы процессов саморазвития и самореализации личности; основы и механизмы управления временем (тайм-менеджмент) | Демонстрирует высокий уровень содержания процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности; характеристики и механизмы процессов саморазвития и самореализации личности; основ и механизмы управления временем (тайм-менеджмент) |
| Второй этап (уровень) | Уметь: планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений с учетом условий, средств, личностных возможностей и временной перспективы достижения; осуществления деятельности; самостоятельно строить процесс овладения информацией, отобранной и структурированной для выполнения профессиональной деятельности; реализовывать личностные способности, творческий потенциал в | Не умеет планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений с учетом условий, средств, личностных возможностей и временной перспективы достижения; осуществления деятельности; самостоятельно строить процесс овладения информацией, отобранной и структурированной для выполнения профессиональной деятельности; реализовывать личностные способности, творческий потенциал в различных видах деятельности и социальных общностях; анализировать и объективно оценивать собственное «Я» в контексте требований к современному специалисту; искать перспективу использования новых идей в профессиональной деятельности, адаптироваться и гибко перестраиваться в соответствии с требованиями в профессиональной деятельности; распределять задачи в профессиональной деятельности; | Понимает и уверенно умеет планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений с учетом условий, средств, личностных возможностей и временной перспективы достижения; осуществления деятельности; самостоятельно строить процесс овладения информацией, отобранной и структурированной для выполнения профессиональной деятельности; реализовывать личностные способности, творческий потенциал в различных видах деятельности и социальных общностях; анализировать и объективно оценивать собственное «Я» в контексте требований к современному специалисту; искать перспективу использования новых идей в профессиональной деятельности, адаптироваться и гибко перестраиваться в соответствии с требованиями в профессиональной деятельности; распределять задачи в профессиональной деятельности на долго-, средне- и краткосрочные |

| | | | |
|-------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | <p>различных видах деятельности и социальных общностях; анализировать и объективно оценивать собственное «Я» в контексте требований к современному специалисту; искать перспективу использования новых идей в профессиональной деятельности, адаптироваться и гибко перестраиваться в соответствии с требованиями в профессиональной деятельности; распределять задачи в профессиональной деятельности на долго-, средне- и краткосрочные</p> | <p>профессиональной деятельности на долго-, средне- и краткосрочные</p> | |
| <p>Третий этап (уровень)</p> | <p>Владеть: приемами саморегуляции эмоциональных и функциональных состояний при выполнении профессиональной деятельности; приемами саморазвития и самореализации в профессиональной и других сферах деятельности; приемами постановки целей в профессиональной деятельности, планирования, методами и инструментами выполнения конкретных задач, культурой мышления, способностью к восприятию, анализу, обобщению информации, постановке цели и выбору путей её достижения; понятийным и терминологическим аппаратом дисциплины, навыками использования современных</p> | <p>Не владеет приемами саморегуляции эмоциональных и функциональных состояний при выполнении профессиональной деятельности; приемами саморазвития и самореализации в профессиональной и других сферах деятельности; приемами постановки целей в профессиональной деятельности, планирования, методами и инструментами выполнения конкретных задач, культурой мышления, способностью к восприятию, анализу, обобщению информации, постановке цели и выбору путей её достижения; понятийным и терминологическим аппаратом дисциплины, навыками использования современных информационных технологий для решения профессиональных задач</p> | <p>Уверенно владеет приемами саморегуляции эмоциональных и функциональных состояний при выполнении профессиональной деятельности; приемами саморазвития и самореализации в профессиональной и других сферах деятельности; приемами постановки целей в профессиональной деятельности, планирования, методами и инструментами выполнения конкретных задач, культурой мышления, способностью к восприятию, анализу, обобщению информации, постановке цели и выбору путей её достижения; понятийным и терминологическим аппаратом дисциплины, навыками использования современных информационных технологий для решения профессиональных задач</p> |

| | | | |
|--|--------------------------------------------------------------|--|--|
| | информационных технологий для решения профессиональных задач | | |
|--|--------------------------------------------------------------|--|--|

Код и формулировка компетенции ОПК-11 – способность применять современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, геной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | «Незачтено» | «Зачтено» |
| Первый этап (уровень) | Знать: учебный материал с требуемой степенью научной точности и полноты, теоретические и практические основы биотехнологических и биомедицинских производств, геной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования | Не знает учебный материал с требуемой степенью научной точности и полноты, теоретические и практические основы биотехнологических и биомедицинских производств, геной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования | Демонстрирует высокий уровень знания учебного материала с требуемой степенью научной точности и полноты, теоретические и практические основы биотехнологических и биомедицинских производств, геной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования |
| Второй этап (уровень) | Уметь: решать типичные задачи профессиональной деятельности на основе воспроизведения стандартных алгоритмов | Не умеет решать типичные задачи профессиональной деятельности на основе воспроизведения стандартных алгоритмов | Понимает и уверенно умеет решать типичные задачи профессиональной деятельности на основе воспроизведения стандартных алгоритмов |
| Третий этап (уровень) | Владеть: понятийным и терминологическим аппаратом дисциплины; навыками использования современных информационных технологий для решения | Не владеет понятийным и терминологическим аппаратом дисциплины; навыками использования современных информационных технологий для решения профессиональных задач | Уверенно владеет понятийным и терминологическим аппаратом дисциплины; навыками использования современных информационных технологий для решения профессиональных задач |

| | | | |
|--|------------------------|--|--|
| | профессиональных задач | | |
|--|------------------------|--|--|

Код и формулировка компетенции ПК-3 – готовность применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | |
|-------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | «Незачтено» | «Зачтено» |
| | | Не знает (не ориентируется) Допускает грубые ошибки | Демонстрирует высокий уровень знаний |
| Первый этап (уровень) | Знать: базовые теоретические положения и методы полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии | Не знает базовые теоретические положения и методы полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии | Демонстрирует высокий уровень знаний знание базовых теоретических положений и методов полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии |
| Второй этап (уровень) | Уметь: применять базовые теоретические положения и методы полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии для решения обще профессиональных задач | Не умеет применять базовые теоретические положения и методы полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии для решения обще профессиональных задач прикладных программ | Понимает и уверенно умеет применять базовые теоретические положения и методы полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии для решения обще профессиональных задач |
| Третий этап (уровень) | Владеть: навыками решения профессиональных задач, используя базовые теоретические положения и методы полевых, лабораторных и | Не владеет навыками решения профессиональных задач, используя базовые теоретические положения и методы полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии. | Уверенно владеет навыками решения профессиональных задач, используя базовые теоретические положения и методы полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии |

| | | | |
|--|----------------------------------------------------|--|--|
| | производственных исследований современной биологии | | |
|--|----------------------------------------------------|--|--|

Код и формулировка компетенции ПК-8 – способность использовать основные технические средства поиска научно-биологической информации, универсальные пакеты прикладных компьютерных программ, создавать базы экспериментальных биологических данных, работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях

| Этап (уровень) освоения компетенции | Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций) | Критерии оценивания результатов обучения | |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | «Незачтено» | «Зачтено» |
| Первый этап (уровень) | Знать: основные технические средства поиска научно-биологической информации, универсальные пакеты прикладных компьютерных программ, принципы планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов, принципы использования современных информационных технологий в своей профессиональной деятельности | Не знает основные технические средства поиска научно-биологической информации, универсальные пакеты прикладных компьютерных программ, принципы планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов, принципы использования современных информационных технологий в своей профессиональной деятельности | Демонстрирует высокий уровень знаний основных технических средств поиска научно-биологической информации, универсальных пакетов прикладных компьютерных программ, принципов планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов, принципов использования современных информационных технологий в своей профессиональной деятельности |
| Второй этап (уровень) | Уметь: оперировать знаниями об использовании современных информационных технологий в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакетов прикладных программ; применять знания об использовании современных информационных технологий в своей профессиональной области, в том числе баз данных и пакетов прикладных программ; анализировать данные результатов использования современных информационных технологий в своей профессиональной области, в том числе баз данных и пакетов прикладных программ | Не умеет оперировать знаниями об использовании современных информационных технологий в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакетов прикладных программ; применять знания об использовании современных информационных технологий в своей профессиональной области, в том числе баз данных и пакетов прикладных программ; анализировать данные результатов использования современных информационных технологий в своей профессиональной области, в том числе баз данных и пакетов прикладных программ | Понимает и уверенно умеет оперировать знаниями об использовании современных информационных технологий в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакетов прикладных программ; применять знания об использовании современных информационных технологий в своей профессиональной области, в том числе баз данных и пакетов прикладных программ; анализировать данные результатов использования современных информационных технологий в своей профессиональной области, в том числе баз данных и пакетов прикладных программ |

| | | | |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | прикладных программ; анализировать данные результатов использования современных информационных технологий в своей профессиональной области, в том числе баз данных и пакетов прикладных программ | | |
| Третий этап (уровень) | Владеть: навыками работы с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях; понятийным и терминологическим аппаратом современных информационных технологий в своей профессиональной области, в том числе баз данных и пакетов прикладных программ; методами анализа и оценки современных информационных технологий в своей профессиональной области, в том числе баз данных и пакетов прикладных программ | Не владеет навыками работы с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях; понятийным и терминологическим аппаратом современных информационных технологий в своей профессиональной области, в том числе баз данных и пакетов прикладных программ; методами анализа и оценки современных информационных технологий в своей профессиональной области, в том числе баз данных и пакетов прикладных программ | Уверенно владеет навыками работы с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях; понятийным и терминологическим аппаратом современных информационных технологий в своей профессиональной области, в том числе баз данных и пакетов прикладных программ; методами анализа и оценки современных информационных технологий в своей профессиональной области, в том числе баз данных и пакетов прикладных программ |

Критериями оценивания являются оценки, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения разделов дисциплины. Система контроля за ходом и качеством усвоения студентами содержания данной дисциплины включает следующие виды:

текущий контроль – проводится систематически с целью установления уровня овладения студентами учебного материала в течение семестра. К формам текущего контроля относятся тесты. Выполнение этих работ является обязательным для всех студентов, а результаты являются основанием для допуска к следующим формам контроля.

промежуточный контроль – оценка уровня освоения материала по разделам дисциплины. В качестве форм контроля выступают контрольная работа, тестирования по материалам дисциплины.

итоговый контроль – оценка уровня освоения дисциплины по окончании ее изучения в форме зачета.

Шкалы оценивания:

«не зачтено» - магистрант не освоил программу дисциплины, плохо ориентируется в материале, допускает грубые ошибки, решает задачи с ошибками;

«зачтено» - магистрант демонстрирует базовые знания в области изучаемой дисциплины, хотя может допускать несущественные ошибки в толковании основных понятий.

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний,

умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

| Этапы освоения | Результаты обучения | Компетенция | Оценочные средства |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| 1-й этап Знания | Знать: - содержание процессов самоорганизации и самообразования, их особенностей и технологий реализации, исходя из целей совершенствования профессиональной деятельности - характеристики и механизмы процессов саморазвития и самореализации личности - основы и механизмы управления временем (тайм-менеджмент) | ОК-7 – способность к самоорганизации и самообразованию | Тестирование, контрольная работа |
| | Воспроизводить и объяснять учебный материал с требуемой степенью научной точности и полноты | ОПК-11 – способность применять современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования | Тестирование, контрольная работа |
| | Знать: базовые теоретические положения и методы полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии | ПК-3 – готовность применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии | Тестирование, контрольная работа |
| | Знать основные технические средства поиска научно-биологической информации Знать универсальные пакеты прикладных компьютерных программ Знать принципы планирования эксперимента, обработки и представления полученных результатов Знать принципы использования современных информационных технологий в своей профессиональной деятельности | ПК-8 – способность использовать основные технические средства поиска научно-биологической информации, универсальные пакеты прикладных компьютерных программ, создавать базы экспериментальных биологических данных, работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях | Тестирование, контрольная работа |
| 2-й этап Умения | Уметь: -планировать цели и устанавливать приоритеты при выборе способов принятия решений с учетом условий, средств, личностных возможностей и временной перспективы достижения; осуществления деятельности. -самостоятельно строить процесс овладения информацией, отобранной и структурированной для выполнения профессиональной деятельности. -реализовывать личностные способности, творческий потенциал в различных видах деятельности и социальных общностях -анализировать и объективно оценивать собственное «Я» в контексте требований современному специалисту | ОК-7 – способность к самоорганизации и самообразованию | Тестирование, контрольная работа |

| | | | |
|------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| | -искать перспективу использования новых идей в профессиональной деятельности, адаптироваться и гибко перестраиваться в соответствии с требованиями в профессиональной деятельности; - распределять задачи в профессиональной деятельности на долго-, средне- и краткосрочные | | |
| | 1 Уметь решать типичные задачи профессиональной деятельности на основе воспроизведения стандартных алгоритмов 2. Уметь объяснить причины появления новых физико-химические свойства у наноматериалов | ОПК-11 – применять современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования | Тестирование, контрольная работа |
| | Уметь: применять базовые теоретические положения и методы полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии для решения обще профессиональных задач | ПК-3 – готовность применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии | Тестирование, контрольная работа |
| | Уметь оперировать знаниями об использовании современных информационных технологий в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакетов прикладных программ Уметь применять знания об использовании современных информационных технологий в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакетов прикладных программ Уметь анализировать данные результатов использования современных информационных технологий в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакетов прикладных программ | ПК-8 – способность использовать основные технические средства поиска научно-биологической информации, универсальные пакеты прикладных компьютерных программ, создавать базы экспериментальных биологических данных, работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях | Тестирование, контрольная работа |
| 3-й этап Владеть навыками | Владеть: -приемами саморегуляции эмоциональных и функциональных состояний при выполнении профессиональной деятельности. -приемами саморазвития и самореализации в профессиональной и других сферах деятельности -приемами постановки целей в профессиональной деятельности, планирования, методами и инструментами выполнения конкретных задач, -культурой мышления, способностью к восприятию, анализу, обобщению информации, постановке цели и выбору путей её достижения | ОК-7 – способность к самоорганизации и самообразованию | Тестирование, контрольная работа |
| | Владеть понятийным и терминологическим аппаратом дисциплины Владеть навыками использования современных информационных технологий для решения профессиональных задач данными о применения наноматериалов в биологии и медицине | ОПК-11 – способность применять современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования | Тестирование, контрольная работа |
| | Владеть: навыками решения профессиональных | ПК-3 – готовность | Тестирование, контрольная |

| | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| задач, используя базовые теоретические положения и методы полевых, лабораторных и производственных исследований современной биологии | применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии | работа |
| <p>Владеть навыками работы с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях</p> <p>Владеть понятийным и терминологическим аппаратом современных информационных технологий в своей профессиональной области, в том числе баз данных и пакетов прикладных программ</p> <p>Владеть методами анализа и оценки современных информационных технологий в своей профессиональной области, в том числе базы данных и пакетов прикладных программ</p> | ПК-8 – способность использовать основные технические средства поиска научно-биологической информации, универсальные пакеты прикладных компьютерных программ, создавать базы экспериментальных биологических данных, работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях | Тестирование, контрольная работа |

Вопросы к зачету по курсу «Биоинформатика»

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.

Примерные вопросы контрольной работы

1. Какова доля совпадающих аминокислот в аргинин-киназах 1 и 2 морской лилии? Для поиска используйте запрос "arginine kinase *Tropiometra macrodiscus*".
2. Наиболее сходны по первичной структуре: Human albumin - Bos albumin - Porcine albumin
3. Выполните поиск гомологов для белка **gi|116812902**. К каким организмам относятся ближайшие гомологи?
4. Найдите структуру **4NCY**. Найдите молекулу, находящуюся в комплексе с белком в области остатка G194. Определите структурную формулу этого вещества и молекулярную массу.

Критерии оценки (в баллах):

За выполнение заданий контрольной работы студенту выставляются баллы в соответствии с рейтинг-планом и с учетом полноты выполнения задания, правильности полученных результатов и использованных методов.

Пример текущих/рубежных тестов по дисциплине «Биоинформатика»

1. Какие записи соответствуют формату FASTA?

- (1) **> арабидопсис**
MVNSNQNGNSNGHDDDFPQDSI
- (2) **> 3QTD**
> MVNSNQNGNSNGHDDDFPQDSI
- (3) **> 3QTD**
MVNSNQNGNSNGHDDDFPQDSI
- (4) **> 3QTD**
MVNSNQ
NQNGNS
NGHDDD
FPQDSI

2. Чему равно расстояние по Хэммингу между последовательностями **ASTSQ** и **QSTSA** ?

3. Чему равно расстояние по Левенштайну между последовательностями **ASTSQ** и **STSQA** ?

10. Дана матрица расстояний между четырьмя объектами:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | a | b | c | d |
| a | 0 | 9 | 4 | 7 |
| b | 9 | 0 | 9 | 6 |
| c | 4 | 9 | 0 | 7 |
| d | 7 | 6 | 7 | 0 |

Этой матрице расстояний соответствует дерево, построенное методом ближайшего соседа, описываемое формулой:

(a,(b,(c,d))) ((a,(b,c)),d) (b,((a,c),d)) ((a,b),(c,d))

11. Рассчитайте евклидово расстояние между двумя организмами по четырем последовательностям. Расстояние считать по Хэммингу.

| | Последовательность 1 | Последовательность 2 | Последовательность 3 | Последовательность 4 |
|------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Организм 1 | QSDFAMGG | TYRMKI | PLCVQWR | ASDFGHKL |
| Организм 2 | QTNFAMGG | SYRMKL | AVCVQWR | ATDFGHRL |

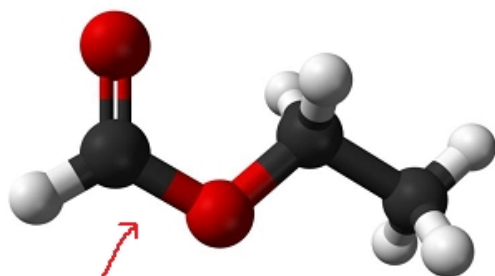
12. По трем последовательностям (a, b и c) постройте дерево методом одиночной связи. Расстояния считать по Хэммингу. Напишите формулу дерева с учетом расстояний.

a AMFGRD

b ALAGRD

c MLLAKD

13. Торсионный угол вокруг связи, показанной стрелкой, равен:



- а. 0°,
- б. 60°,
- в. -60°,
- г. 180°.

14. В молекуле белка всегда равен 180° градусам угол:

- а. φ,
- б. ψ,
- в. ω,
- г. χ.

15. Моделирование пространственного взаимодействия молекул - это:

- а. Докинг,
- б. Фолдинг,
- в. Стэкинг,

г. Дизайн.

Критерии оценки (в баллах):

За выполнение тестов студенту выставляются баллы в соответствии с рейтинг-планом.

Описание практических занятий

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

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

NCBI
ncbi.nlm.nih.gov

BLAST
blast.ncbi.nlm.nih.gov

Protein Data Bank
rcsb.org

European Bioinformatics Institute – EMBL
www.ebi.ac.uk

Discovery Studio Viewer
accelrys.com/products/collaborative-science/biovia-discovery-studio/visualization-download.php

Sequence Management Service
bioinformatics.org/sms2

Сервис просмотра и анализа структуры биомолекул
софт.биоуфа.рф/молекулы

Работа с регулярными выражениями
www.regexpal.com

Построение карт Рамачандрана
eds.bmc.uu.se/ramachan.html

Поиск ORF
ncbi.nlm.nih.gov/orffinder

Предсказание вторичной структуры РНК
rna.urmc.rochester.edu/RNAstructureWeb/Servers/Predict1/Predict1.html

Докинг
swissdock.ch/docking

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

| <i>Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий</i> | <i>Вид занятий</i> | <i>Наименование оборудования, программного обеспечения</i> |
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------|
|--------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------|

| | | |
|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ауд. 232 | помещение для проведения занятий лекционного типа | Мультимедиа-проектор PanasonicPT-LB78VE, экран настенный ClassicNorma 244*183 |
| ауд. 332 | помещение для проведения занятий лекционного типа | Мультимедиа-проектор PanasonicPT-LB78VE, экран настенный ClassicNorma 244*183 |
| ауд. 319 | учебная аудитория для проведения лабораторных работ | Учебная мебель, персональный компьютер в комплекте №1 iRUCorp – 15 шт |
| ауд. 231 | учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций, учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации | Персональный компьютер в комплекте HPiO 20"СQ 100 eu (моноблок) – 10 шт. |
| ауд. 428 | помещение самостоятельной работы | Учебная мебель, доска, трибуна, мультимедиа-проектор InFocus IN119HDx, ноутбук Lenovo 550, экран настенный Classic Norma 200*200 |

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Биоинформатика на 3 семестр
(наименование дисциплины)Очная

форма обучения

Рабочую программу осуществляют:

Лекции: доцент, к.б.н. Цветков В.О.
(должность, уч. степень, ф.и.о.)Практические занятия: доцент, к.б.н. Цветков В.О.
(должность, уч. степень, ф.и.о.)

| Вид работы | Объем дисциплины |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов) | 2/72 |
| Учебных часов на контактную работу с преподавателем: | |
| лекций | 18 |
| практических/ семинарских | |
| лабораторных | 18 |
| других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР) | 0,2 |
| Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР) | 35,8 |
| Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/ дифференцированному зачету (Контроль) | |

Форма контроля:
Зачет 3 семестр

| № п/п | Тема и содержание | Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах) | | | | Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка) | Задания по самостоятельной работе | Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.) |
|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | | ЛК | ПР/СЕМ | ЛР | СР | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| Модуль 1. Поиск и анализ последовательностей | | | | | | | | |
| 1 | Сравнение последовательностей. Парное и множественное выравнивание. | 6 | | 6 | 10 | Основная литература: 1-3 Дополнительная литература: 1-7 | Подготовка к контрольной работе, тестированию. Основная лит-ра: 1-3 Доп. лит-ра: 1-7 | Контрольная работа, тестирование |
| 2 | Банки данных биологической информации. Поиск. | 4 | | 4 | 8 | Основная литература: 1-3 Дополнительная литература: 1-7 | Подготовка к контрольной работе, тестированию. Основная лит-ра: 1-3 Доп. лит-ра: 1-7 | Контрольная работа, тестирование |
| Модуль 2. Пространственные структуры макромолекул. Филогенетика | | | | | | | | |
| 3 | Пространственные структуры макромолекул | 6 | | 6 | 10 | Основная литература: 1-3 Дополнительная литература: 1-7 | Подготовка к контрольной работе, тестированию. Основная лит-ра: 1-3 Доп. лит-ра: 1-7 | Контрольная работа, тестирование |
| 4 | Филогенетика | 2 | | 2 | 8 | Основная литература: 1-3 Дополнительная литература: 1-7 | Подготовка к контрольной работе, тестированию. Основная лит-ра: 1-3 Доп. лит-ра: 1-7 | Контрольная работа, тестирование |
| | Всего часов: | 18 | | 18 | 36 | | | |