



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Дальневосточный федеральный университет»
(ДВФУ)

ШКОЛА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

«СОГЛАСОВАНО»
Руководитель ОП

В.А. Стоник

(подпись)

« 5 » февраля 2021 г.

«УТВЕРЖДАЮ»
Заведующий кафедрой

В.А. Стоник

(подпись)

(Ф.И.О.)

« 5 » февраля 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Биоинформатика

Направление подготовки 19.04.01 Биотехнология

магистерская программа «Биотехнология в разработке и производстве природных биопрепаратов и продуктов на их основе»

Форма подготовки очная

курс 2 _____ семестр 4 _____

лекции 9 _____ час.

практические занятия 18 _____ час.

лабораторные работы _____ час.

в том числе с использованием МАО лек. 4 _____ /пр. 8 _____ /лаб. _____ час.

всего часов аудиторной нагрузки 45 _____ час.

в том числе с использованием МАО 12 _____ час.

самостоятельная работа 63 _____ час.

в том числе на подготовку к экзамену 27 _____ час.

контрольные работы (количество)

курсовая работа / курсовой проект _____ - _____ семестр

зачет _____ семестр

экзамен 4 _____ семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями образовательного стандарта, самостоятельно устанавливаемого ДВФУ, утвержденного приказом ректора от 18.02.2016 №12-13-235.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Биоорганической химии и биотехнологии ШЕН протокол № 6 от « 2 » февраля 2021 г.

Директор департамента д.т.н., профессор Ю.В. Приходько

Составитель (ли): И.А. Кадникова, д.т.н., профессор

Владивосток

2021

Оборотная сторона титульного листа РПУД

I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:

Протокол от « _____ » _____ 20__ г. № _____

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (И.О. Фамилия)

Цель и задачи дисциплины:

Курс «Биоинформатика» входит в блок Б1.Б.1. и относится к ее базовой части направления подготовки 19.04.01 «Биотехнология» магистерской программы «Биотехнология в разработке и производстве природных биопрепаратов и продуктов на их основе». Дисциплина является одной из основных в фундаментальной подготовке магистров данного профиля и логически и содержательно связана с такими курсами, как «Методики исследований в биотехнологии», «Методология научных исследований в биотехнологии», «Современные тенденции развития биотехнологии». Общая трудоемкость 108 ч, контактная работа 45 ч, в том числе лекции 9 ч, практические занятия 18 ч, контроль самостоятельной работы 18 ч; самостоятельная работа 36 ч, подготовка к экзамену 27 ч.

Цель дисциплины - получение студентами основополагающих сведений о содержании и возможностях биоинформатики - науки, направленной на анализ при помощи соответствующих вычислительных методологий результатов многочисленных экспериментальных работ по молекулярной биологии, биохимии, генетики, вирусологии и др., приложение методов информационной биологии к решению фундаментальных и прикладных проблем агропищевой биотехнологии.

Задачи:

- Формировать системы знаний о содержании и возможностях биоинформатики, возможностях приложения методов биоинформатики к решению фундаментальных и прикладных проблем молекулярной биологии, молекулярной генетики, клеточной биологии, биомедицины, фармакологии, экологии и задач, возникающих на стыке этих наук с математикой и информатикой;
- Получить навыки работы с банками данных первичных последовательностей и структур биологических макромолекул, активно использовать библиографические базы, ориентироваться в биоинформационных программах анализа биологических данных;
- Изучить алгоритмы компьютерного анализа данных геномики и протеомики, программ, позволяющих предсказывать пространственную структуру биополимеров;
- Изучить существующие методические приемы и подходы, используемые при работе с базами данных биологической направленности,
- Освоить умения прогнозирования основных физико-химических и биологических свойств анализируемых нуклеотидных последовательностей и детерминируемых ими продуктов, а также предсказывать их потенциальные функции.

Для успешного освоения дисциплины «Биоинформатика» у обучающихся должны быть сформированы следующие предварительные

КОМПЕТЕНЦИИ:

- способность использовать современные информационные методы и компьютерные технологии в профессиональной деятельности;
- владение современными научными достижениями в области молекулярной биологии, протеомики и геномики;
- владение практическими навыками использования компьютерных технологий для обработки экспериментальных данных по структуре биологических макромолекул с целью получения биологически важной информации;
- способность использовать знания и представления биохимии, молекулярной биологии, генетики, методы прикладной математики, статистики и информатики в агробιοтехнологических исследованиях;
- способность применять экспериментальные и расчетные данные физико-химической биологии, геномики и протеомики в профессиональной деятельности.

В результате изучения данной дисциплины у студентов формируются следующие общекультурные/общепрофессиональные/профессиональные компетенции (элементы компетенций).

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	
ОК -8 способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	Знает	Цели и задачи биоинформатики, методы биоинформационного анализа, алгоритмы компьютерного анализа данных
	Умеет	-Выделять и систематизировать информацию по пространственной структуре последовательностей макромолекул биополимеров - Избегать автоматического применения стандартных приемов при решении теоретических и практических задач - Анализировать варианты решения исследовательских и практических задач и оценивать реализацию этих вариантов -Прогнозировать физико-химические и биологические свойства анализируемых нуклеотидных последовательностей.
	Владеет	-Навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по структуре биополимеров - Навыками выбора методов и средств решения задач

		в области молекулярной биологии, геномики и протеомики.
ОПК-4 готовность использовать методы математического моделирования материалов и технологических процессов, готовностью теоретическому анализу и экспериментальной проверке гипотез	Знает	-Современные методы математического моделирования технологических процессов -Современные принципы и подходы к моделированию биологических материалов -Методические приемы и подходы, используемые при работе с базами данных биологической направленности
	Умеет	-Применять знания и представления биохимии, молекулярной биологии, генетики, методы прикладной математики, статистики и информатики для анализа и экспериментальной проверке гипотез -Использовать методы математического моделирования для создания новых биологических материалов для разработки биотехнологических процессов
	Владеет	-Современными научными достижениями в области молекулярной биологии, протеомики и генетики, -Навыками использования компьютерных технологий для обработки экспериментальных данных с целью получения биологической информации
ОПК -5 способность использования современных информационных технологий для сбора, обработки и распространения научной информации в области биотехнологии и смежных отраслей, способностью использовать базы данных, программные продукты и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее сеть «Интернет») для решения задач	Знает	-Современные информационные технологии для сбора, обработки научной информации -Базы данных -Программные продукты и ресурсы «Интернет» для решения научных и производственных задач
	Умеет	-Использовать компьютерные технологии для сбора, обработки и распространения научной информации в области биотехнологии и смежных отраслях -Работать с программными продуктами сети «Интернет» -Использовать базы данных для научной работы, для прогнозирования функций макромолекул биополимеров
	Владеет	-Современными информационными технологиями для сбора, обработки и распространения научной информации в области биотехнологии, -Навыками при работе с базами данными первичных последовательностей и структур макромолекул -Навыками организации сбора, обработки и хранения научной информации в смежных отраслях биотехнологии
ПК -16 способность осуществлять эффективную работу средств контроля, автоматизации и	Знает	правила осуществления эффективную работу средств контроля, автоматизации и автоматизированного управления производством, химико-технического, биохимического и микробиологического контроля
	Умеет	осуществлять эффективную работу средств контроля, автоматизации и автоматизированного управления

автоматизированного управления производством, химико-технического, биохимического и микробиологического контроля		производством, химико-технического, биохимического и микробиологического контроля
	Владеет	принципами и практикой осуществления эффективную работу средств контроля, автоматизации и автоматизированного управления производством, химико-технического, биохимического и микробиологического контроля

Для формирования вышеуказанных компетенций в рамках дисциплины «Биоинформатика» применяются интерактивные формы обучения, которые составляют 12 часов и включают в себя: лекцию-конференцию, проблемные лекции, дискуссия, творческие задания, метод малых групп.

I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

Раздел 1. Тема: Предмет биоинформатики (2 ч).

Лекция 1. Цели, задачи и методы биоинформатики, основные приложения (2 ч)

План лекции:

1. Дать определение биоинформатики.
2. Какую дату можно считать датой выделения биоинформатики в отдельную научную область?
3. В чем состоят специфические особенности биоинформационных данных?
4. Что такое секвенирование и какую роль играет секвенирование в биоинформатике?
5. Где хранятся биоинформационные данные?
6. Какие три компонента включает в себя предмет биоинформатики?
7. Каковы цели биоинформатики?
8. Какие задачи стоят перед биоинформатикой?
9. В каких видах деятельности реализуется предмет биоинформатики?
10. Какую роль играет анализ гомологических последовательностей в расшифровке биологической информации?
11. Актуальные проблемы биоинформатики.

Раздел 2. Инфраструктура биоинформатики (2 ч).

Лекция 1. Тема: Базы данных (2ч).

План лекции:

1. Интернет для биоинформатики.
2. Способы представления информации о последовательностях.
3. Основы структур баз данных: записи, поля, объекты.
4. Форматы записи FASTA, BLAST, GenBank, PDB.
5. Классификация баз данных: архивные, автоматические, курируемые.

6. Основные базы данных: GenBank, EMBL, SwissProt, PIR, TrEMBL, PDB, банки белковых семейств, генетические банки, метаболические базы данных, специализированные базы данных.
7. Поиск гомологичных последовательностей в базах данных.

Раздел 3. Методы биоинформационного анализа (4 ч).

Лекция 1. Тема: Сравнение последовательностей (3 ч).

Лекция-конференция

Выступление студентов с докладами на следующие темы:

1. Геномная информация.
2. Генетические карты и картирование генома.
3. Основные типы ДНК-маркеров, используемые при картировании генома.
4. Определение нуклеотидных последовательностей, секвенирование ДНК.
5. Определение сиквенса клона.
6. Использование EST-последовательностей.
7. Методы анализа множественной экспрессии генов.
8. Секвенирование белков.
9. Анализ белковой экспрессии методом двумерного фореа в полиакриламидном геле.
10. Глобальное выравнивание последовательностей.
11. Локальное выравнивание последовательностей.
12. Множественное выравнивание последовательностей.
13. Мера сходства биологических последовательностей.
14. Расстояния Хемминга и Левенштайна.
15. Операции редактирования.
16. Вес операций редактирования.
17. Виды штрафов за делеции.

Лекция 2. Методы определения пространственной структуры биополимеров (1 ч).

Дискуссия - обсуждение следующих вопросов:

1. Структура записи PDB
2. Анализ структурных особенностей
3. Моделирование
4. Предсказание вторичной и третичной структуры белков по гомологии
5. Предсказание параметров спирали ДНК
6. Динамическое программирование и динамические модели РНК
7. Поиск РНК с заданной структурой
8. Гены прокариот и эукариот. Чем отличается организация генома прокариот по сравнению с эукариотами?

Раздел 4. Актуальные проблемы биоинформатики (2 ч).

Лекция 1. Биоинформатика и биотехнология (1 ч).

План лекции:

1. Аннотации генома, поиск генов, поиск сайтов репликации в геноме человека.

2. Предсказание структуры, функции и клеточной локализации белков.
2. Медицинская и хемо информатика.
3. Фармакоинформатика.
4. Компьютерная токсикология и иммуноинформатика.

II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (18 Ч)

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1 Средства работы с банками данных I (Entrez) (2 ч)

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2 Средства работы с банками данных II (SRS) (2 ч)

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3 Сервис GeneVee. Основные поля записи SwissProt (2 ч)

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4 Поиск гомологов (интерпретация результатов, сравнение алгоритмов, зависимость от параметров) (2 ч)

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5 Построение выравниваний, реконструкция филогенетических деревьев (сравнение локальных и глобальных выравниваний, зависимость выравнивания от параметров, оценка статистической значимости) (2 ч).

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6 Работа с банком пространственных структур PDB (2 ч)

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7 Структуры белков (RASMOL, SwissPDBViewer). Работа с программой визуализации макромолекул RasMol I (2 ч).

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8 Аннотирование последовательности (поиск белок-кодирующих областей, поиск функциональных сайтов) (2 ч)

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9 Вторичные структуры РНК (2 ч)

III. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Биоинформатика» включает в себя:

план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;

характеристика заданий для самостоятельной работы студентов и методические рекомендации по их выполнению;

требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;

критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

План-график выполнения самостоятельной работы

№ п/п	Вид самостоятельной работы	Дата /Сроки выполнения	Примерные нормы выполнения	Форма контроля
1	Выдача тем рефератов	24 неделя	15	Экзамен
2	Предоставление плана (оглавление)	25 неделя		Экзамен
3	Составление библиографии по заданной теме	26неделя		Экзамен
4	Подготовка доклада	27-28неделя	6	Экзамен
5	Подготовка к контрольной работе	29неделя	4	Экзамен
6	Конспектирование монографий	30 неделя	2	Экзамен
7	Тестирование	31-32 неделя	5	Экзамен
8	Защита рефератов	33 неделя	4	Экзамен

Рекомендации по самостоятельной работе студентов

Реферирование учебной и научной литературы предполагает углубленное изучение отдельных научных трудов, что должно обеспечить выработку необходимых навыков работы над книгой. Всё это будет способствовать расширению научного кругозора, повышению их теоретической подготовки, формированию научной компетентности.

Для реферирования предлагаются учебные пособия, отдельные монографические исследования и статьи по вопросам, предусмотренным программой учебной дисциплины. При подборе литературы по выбранному вопросу необходимо охватить важнейшие направления развития данной науки на современном этапе. Особое внимание уделять тем литературным источникам, которые (прямо или косвенно) могут оказать помощь специалисту в его практической деятельности. Однако в данный раздел включены также работы и отдельные исследования по вопросам, выходящим за пределы изучаемой дисциплины. Эту литературу рекомендуется использовать при желании расширить свои знания в какой-либо отрасли науки.

Наряду с литературой по общим вопросам для магистрантов предполагается литература с учётом профиля их профессиональной деятельности, добытая самостоятельно. Не вся предлагаемая литература

равнозначна по содержанию и объёму, поэтому возможен различный подход к её изучению. В одном случае это может быть общее реферирование нескольких литературных источников различных авторов, посвященных рассмотрению одного и того же вопроса, в другом случае – детальное изучение и реферирование одной из рекомендованных работ или даже отдельных её разделов в зависимости от степени сложности вопроса (проблематики). Для того чтобы решить, как поступить в каждом конкретном случае, следует проконсультироваться с преподавателем.

Выбору конкретной работы для реферирования должно предшествовать детальное ознакомление с перечнем всей литературы, приведенной в учебной программе дисциплины. С выбранной работой рекомендуется вначале ознакомиться путем просмотра подзаголовков, выделенных текстов, схем, таблиц, общих выводов. Затем её необходимо внимательно и вдумчиво (вникая в идеи и методы автора) прочитать, делая попутно заметки на отдельном листе бумаги об основных положениях, узловых вопросах. После прочтения следует продумать содержание статьи или отдельной главы, параграфа (если речь идёт о монографии) и кратко записать. Дословно следует выписывать лишь строгие определения, формулировки законов. Иногда полезно включить в запись один-два примера для иллюстрации. В том случае, если встретятся непонятные места, рекомендуется прочитать последующее изложение, так как оно может помочь понять предыдущий материал, и затем вернуться вновь к осмыслению предыдущего изложения.

Результатом работы над литературными источниками является реферат. Реферат (от латинского *refero* - докладывать, сообщать) – изложение сущности какого-либо вопроса. Рефератом (или публичным докладом) обычно называется доклад на заданную тему по определенным источникам; подробный пересказ содержания книги или целого ряда источников для информации о новой литературе. Хотя смысловое значение слова «реферат» переплетается со словом «доклад», реферат является более высокой формой творческой работы студента. Подготовка к реферату требует глубокого знания методологических и научно-практических аспектов изучаемой проблемы и вопроса, умение обстоятельно их анализировать.

При подготовке реферата необходимо выделить наиболее важные теоретические положения и обосновать их самостоятельно, обращая внимание не только на результат, но и на методику, применяемую при изучении проблемы. Чтение научной литературы должно быть критическим. Поэтому надо стремиться не только усвоить основное содержание, но и способ доказательства, раскрыть особенности различных точек зрения по одному и тому же вопросу, оценить практическое и теоретическое значение

результатов реферируемой работы. Весьма желательным элементом реферата является выражение слушателем собственного отношения к идеям и выводам автора, подкрепленного определенными аргументами (личным опытом, высказываниями других исследователей и пр.).

Рефераты монографий, журнальных статей исследовательского характера непременно должны содержать, как уже указывалось выше, определение проблемы и конкретных задач исследования, описание методов, применённых автором, а также те выводы, к которым он пришел в результате исследования. Предлагаемая литература для реферирования постоянно обновляется.

Рекомендуемая тематика и перечень рефератов

1. Генерация и рецепция информации.
2. Особенности генетической информации.
3. Биоинформационные данные, сети и базы.
4. NCBI и сервисы
5. Форматы записи Fasta, Genbank, PDB
6. EMBL
7. Swiss-PDBviewer
8. Конструирование праймеров для ПЦР.
9. Геном человека и постгеномные проекты.
10. Геномная дактилоскопия.
11. Бластинг последовательностей нуклеиновых кислот и белков.
12. Использование доменов для предсказания структуры и функции белков.
13. Методы предсказания 3 D структуры белков.
14. Молекулярная филогения как средство изучения эволюционных связей между биологическими видами.
15. Микроэррей как средство массового анализа экспрессии генов.
16. Эволюция молекул и организмов.
17. Филогенетическое дерево как математический объект
18. Модели эволюции
19. Алгоритмы построения филогенетических деревьев.
20. Алгоритмические проблемы поиска оптимального дерева, bootstrapping, согласование деревьев
21. Эволюция на уровне генома.
22. Анализ популяционных данных.
23. Статистика последовательностей ДНК

24. Статистика ДНК как характеристика генома
25. Вычислительная геномика
26. Метаболическая реконструкция
27. Позиционный анализ
28. Эволюция регуляторных взаимодействий
29. Эволюция белковых семейств, их доля в геноме

Методические указания для подготовки к семинару, практическим занятиям, индивидуальным занятиям

Семинар (в переводе с латинского "рассадник") является одной из форм занятий по какому-нибудь предмету. Если лекция закладывает основы научных знаний, дает студенту возможность усвоить их в обобщенной форме, то семинары и лабораторно- практические занятия углубляют, конкретизируют и расширяют эти знания, помогают овладеть ими на более высоком уровне репродукции и трансформации. Эти формы учебного процесса способствуют закреплению умений и навыков самостоятельной работы. Семинар – групповое занятие. Назначение его состоит в углубленном изучении конкретной дисциплины. Он развивает творческую самостоятельность студентов, укрепляет их интерес к науке, научным исследованиям, помогает связывать научно-теоретические положения с жизнью, содействуя выработке практических навыков работы. Вместе с тем семинары являются также средством контроля над результатами самостоятельной работы студентов, своеобразной формой коллективного подведения ее итогов. Участие в групповых занятиях расширяет общий, профессиональный и культурный кругозор студентов. Семинары – популярная форма организации учебного процесса, однако подготовка к ним является для студентов наиболее сложным видом самостоятельной работы. Каждое семинарское занятие – это итог большой целенаправленной самостоятельной работы студентов по заданиям преподавателя. В докладах и выступлениях будущих специалистов обобщаются результаты самостоятельных наблюдений и работы, проведенной ими над учебной и дополнительной литературой. Большое обучающее и развивающее значение семинарских занятий состоит в том, что они приучают студентов свободно оперировать приобретенными знаниями, доказывать выдвигаемые в их докладах и выступлениях положения, полемизировать с товарищами, теоретически объяснять жизненные явления. По содержанию подразделяют семинарские занятия на три основные группы: - в одном случае их целью является углубленное изучение отдельных, наиболее важных, вопросов той

или иной темы; - в другом – всей темы, если материал ее не представляет больших трудностей; - в третьем – обобщение всего изученного материала по большим темам или даже разделам учебной программы.

Формы проведения семинара. 1. Повторительно-обобщающий: - обобщение и систематизация знаний и умений по изучаемой теме; - дискуссия; - развернутая беседа; - доклады; - рефераты; - деловая, ситуационная игра. 2. Семинар – изучение нового материала: - изучение нового материала, если он доступен для самостоятельной проработки студентами; - сообщения: коллективное чтение источников; - практикум; - консультации. 3. Семинар – сочетание обобщения с изучением нового материала: - изучение нового материала с опорой на имеющиеся знания по предмету, с использованием межпредметных связей; - сообщения; - доклады; - рефераты; - интегрированный семинар; - консультация.

Нужно отметить, что семинары характеризуются, прежде всего, двумя взаимосвязанными признаками: - самостоятельным изучением студентами программного материала; - обсуждением результатов их последующей деятельности. На них студенты учатся выступать с самостоятельными сообщениями, дискутировать, отстаивать свои суждения. Семинары способствуют развитию познавательных умений, повышению культуры общения. Эффективность семинарских занятий определяется не только умелым выбором их тем, но и методами проведения. В практике обучения получили распространение семинары: - решение ситуационных задач; - развернутые беседы; - доклады; - рефераты; - комментированное чтение; - диспут. Семинар проводится со всем составом группы студентов. Преподаватель заблаговременно определяет тему, цель, задачи семинара, планирует его проведение, формулирует основные и дополнительные вопросы по теме, распределяет задания с учетом индивидуальных возможностей студентов и их желаний, подбирает литературу, проводит индивидуальные и групповые консультации, проверяет конспекты, формулирует темы докладов и рефератов. Наряду с перечисленными семинарами, где материал распределяется между отдельными студентами, целесообразно проводить и такие, на которых специальные докладчики не выделяются. Право выступления с сообщениями в этом случае предоставляется по желанию или по вызову преподавателя. Возможно и иное построение семинаров: все студенты готовятся по единому плану и изучают общий для всех объем материала, но отдельные получают дополнительные индивидуальные задания, углубляющие содержание вопросов, предусмотренных программой семинаров. Подготовка студентов к групповым занятиям требует большой работы. Поэтому детальный план каждого

семинарского занятия должен объявляться и разъясняться учащимся заблаговременно: примерно за две-три недели до его проведения. Тема семинара и его план во многом определяют направленность занятия, форму его проведения, цели и задачи. Все зависит от того, насколько они ориентируют студентов на самостоятельность суждений, постановку вопросов, поиск ответов на них. Семинарское занятие не имеет никакого смысла, если выступления студентов сводятся к простому пересказу учебников без должного анализа и обобщения изучаемого материала. Доклады и сообщения на семинарских занятиях должны вызывать вопросы, желание выступить с дополнением или опровержением. Ход обсуждения сообщений на семинаре направляется преподавателем, чтобы внимание студентов не было отвлечено от того основного, что определено его темой. Но это ни в какой мере не исключает необходимости в ряде случаев рассмотреть на семинаре возникшие в ходе обсуждения острые и волнующие вопросы. Они имеют большое познавательное и воспитательное значение, хотя и не предусмотрены планом занятия.

Задачи преподавателя при подготовке и проведении семинара: составить и разъяснить студентам его план, направить их самостоятельную работу по подготовке к семинару (проведение консультаций, проверка подготавливаемых докладов и сообщений), руководить ходом обсуждения поставленных вопросов, выступать с заключением. Цель его – еще раз подчеркнуть условные вопросы темы, дать исчерпывающие ответы на возникшие у студентов вопросы, а если они были разрешены в ходе обсуждения, подтвердить найденное решение. При таком построении каждого семинарского занятия оно будет отличаться законченностью содержания. Образец проведения семинаров Семинар открывает вводное слово преподавателя, который формулирует цели и основные задачи занятия, дает краткую характеристику темы, подчеркивает ее практическую значимость. Большую роль при этом играет эмоциональный настрой преподавателя. После вступительного слова желающим предлагается выступить или осветить первый вопрос плана. Для обеспечения коллективного обсуждения выдвинутой проблемы к группе полезно обратиться с вопросами: "Какие дополнения необходимо сделать и почему?", "С чем вы не согласны в сообщениях ваших товарищей и почему?" и т.д. Завершается семинар заключительным словом преподавателя, которое представляет собой образец анализа и обобщения. Оно призвано подытожить работу семинара, четко сформулировать главные оценки, указать недостатки, а также то, чего не учли выступавшие и на что следует обратить внимание. Для облегчения самостоятельной работы в подготовке к семинару

преподаватель должен познакомить учащихся с техникой и культурой учебного труда и подготовить в помощь студентам методические разработки. Проведение семинаров может быть составной частью лекционно-семинарской системы обучения, расширяющей область их применения. Любой вид семинара лишь тогда достигает своей цели, когда студенты тщательно подготовлены. Выяснив тему семинара, ознакомившись с рекомендованной литературой и заданиями, студент начинает свою работу по подготовке к семинару: 1) планирование работы: определяется объем литературы, методика подготовки к семинару, сроки выполнения; 2) чтение литературы: начинается с основных источников (учебник, лекция) и заканчивается работой над дополнительной литературой; 3) выписки: делаются по каждому пункту плана, отрабатываются записи лекций; 4) составляется план выступления, готовятся цитаты, тезисы. План помогает студенту организовать свою работу над темой, делает его ответы более целенаправленными, логичными, последовательными, доказательными. Как уже отмечалось выше, на семинарах заслушиваются доклады и рефераты. По поручению преподавателя (или желанию) студенты заранее готовятся к выступлению в качестве докладчиков (содокладчиков) по конкретным вопросам изучаемой темы. В докладе выделяются три основные части: - вступительная, в которой определяется тема, ее методологическая сущность, структура и содержание, показывается, как она отражена в трудах ученых; - основная часть содержит изложение изучаемой темы (желательно в проблемном плане); - обобщающая – заключение.

В проведении семинара используют и такие его формы, как диспут, дискуссия. Значение слова «диспут» (лат. disputare – рассуждать, разбирать, спорить) предполагает высокую умственную активность его участников. Семинар- диспут прививает студентам умения вести полемику, обдумывать обсуждаемый материал, защищать свои взгляды и убеждения; лаконично и образно излагать свои мысли, уметь бороться с ошибочными, ложными взглядами, анализировать понятия и доводы, обнаруживать их слабость.

Перечень практических работ

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1 Средства работы с базами данных I (Entrez)
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2 Средства работы с базами данных II (SRS)
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3 Сервис GeneBee. Основные поля записи SwissProt
ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4 Поиск гомологов (интерпретация результатов, сравнение алгоритмов, зависимость от параметров)

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5 Построение выравниваний, реконструкция филогенетических деревьев (сравнение локальных и глобальных выравниваний, зависимость выравнивания от параметров, оценка статистической значимости)

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6 Работа с банком пространственных структур PDB

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7 Структуры белков (RASMOL, SwissPDBViewer). Работа с программой визуализации макромолекул RasMol I

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8 Аннотирование последовательности (поиск белок-кодирующих областей, поиск функциональных сайтов)

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9 Вторичные структуры РНК

Рекомендации по выполнению контрольной работы

Контрольная работа – самостоятельный труд студента, который способствует углубленному изучению пройденного материала. Цель выполняемой работы: - освоить самостоятельно материал дисциплины, которая будет изучаться в новом семестре; - получить специальные знания по выбранной теме;- получить навыки работы с учебной и научной литературой. Основные задачи выполняемой работы:

- 1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;
- 2) выработка навыков самостоятельной работы;
- 3) выяснение подготовленности студента к будущей практической работе;

Подготовку контрольной работы следует начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций прочитанных ранее. Приступать к выполнению работы без изучения основных положений и понятий науки, не следует, так как в этом случае студент, как правило, плохо ориентируется в материале, не может отграничить смежные вопросы и сосредоточить внимание на основных, первостепенных проблемах рассматриваемой темы.

После выбора темы необходимо внимательно изучить методические рекомендации по подготовке контрольной работы, составить план работы, который должен включать основные вопросы, охватывающие в целом всю прорабатываемую тему.

При подготовке работы следует использовать следующую научную литературу:

- монографии (книги, посвященные изучению наиболее значимых для теоретико-правовой науки проблемных вопросов);

- статьи в научных журналах;
- статьи и сборники научных трудов;
- статьи в сборниках тезисов выступлений на научных конференциях;
- авторефераты и рукописи диссертаций;
- аннотации монографий иностранных авторов в реферативных сборниках.

Для поиска общенаучной и специальной технической литературы следует использовать:

- предметные и систематические каталоги библиотек;
- библиографические указатели;
- реферативные журналы;
- указатели, опубликованные в журналах статей и материалов (данные указатели, как правило, помещаются в последнем номере журнала за истекший год).

Рекомендуется обратить внимание на следующие научные журналы:

- «Математическая биология и биоинформатика»
- «Биотехнология»;
- «Компьютерные исследования и моделирование»;
- «Математическое моделирование»;
- «Математическое моделирование и численные методы»;
- «Труды МФТИ»;
- «Международный журнал экспериментального образования»;
- «European Journal of Molecular»;
- «Biotechnology»;
- «Biotechnologia Acta»

Нужно также иметь в виду, что по данной отрасли науки изданы специальные «Библиографии», которые уже содержат систематизированный перечень работ, опубликованных за определенный период времени.

Сведения о таких сборниках можно получить у библиографов в учебных и научных фондах библиотек.

Кроме этого, нужно использовать литературу, указываемую авторами научных работ в подстрочных сносках на страницах книг (журналов) или в помещенных в конце книги (статьи) примечаниях, списках литературы.

Помимо этого можно использовать ресурсы телекоммуникационной сети INTERNET.

По всем возникшим вопросам студенту следует обращаться за консультацией преподавателю. Срок выполнения контрольной работы определяется преподавателем, и она должна быть сдана не позднее, чем за неделю до экзамена. По результатам проверки контрольная работа

оценивается на 2-5 баллов. В случае отрицательной оценки, студент должен ознакомиться с замечаниями и, устранив недостатки, повторно сдать работу на проверку.

Контрольная работа

1. Дать определение биоинформатики.
2. Какую дату можно считать датой выделения биоинформатики в отдельную научную область?
3. В чем состоят специфические особенности биоинформационных данных?
4. Что такое секвенирование и какую роль играет секвенирование в биоинформатике?
5. Где хранятся биоинформационные данные?
6. Какие три компонента включает в себя предмет биоинформатики?
7. Каковы цели биоинформатики?
8. Какие задачи стоят перед биоинформатикой?
9. В каких видах деятельности реализуется предмет биоинформатики?
10. Какую роль играет анализ гомологических последовательностей в расшифровке биологической информации?

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к подготовке доклада

Повысить уровень самостоятельности студентов, активизировать познавательную деятельность, стимулировать творческий подход при решении профессиональных задач. Подготовка докладов в рамках данного модуля является обязательным и предполагает индивидуальную или групповую работу.

Этапы работы над докладом:

1. Определение темы доклада.
2. Формулировка проблемы, постановка цели и задач.
3. Активная и самостоятельная работа над докладом; консультации преподавателя; оформление материалов.
5. Подготовка к представлению доклада.

На выполнение доклада отводится 1 неделя (время обучения в рамках модуля). Объем выполненной работы должен быть не менее 5 страниц.

Доклад считается выполненным полностью в случае

1. Предоставления полного объема учебных материалов по заранее утвержденной теме, полностью раскрывающих заявленную тему;
2. Предоставления материалов на электронном носителе и в печатном виде.

Выполненный доклад должен быть представлен в электронном и печатном виде. Работа должна быть оформлена соответствующим образом:

- введение;
- основная часть;
- заключение;
- библиографический список, ссылки на Интернет-ресурсы;

Текст печатается на одной стороне стандартного формата А4 через один интервал, Times New Roman, 14 pt, красная строка – 1,25 см, выравнивание по ширине. Размер левого поля – 30 мм, правого – 10 мм, верхнего и нижнего – по 20 мм. Нумерация страниц начинается с титульного листа, но номер его страницы не указывается. Все остальные страницы нумеруются по порядку, размещая номер в середине верхнего или нижнего поля.

Подготовка к защите заключается в оформлении электронного и печатного варианта доклада, а также подготовке выступления, отражающего цели и задачи работы, основное содержание темы выступления, наиболее сильные стороны выполненной работы. Продолжительность выступления – не более 10 минут.

Выступление с докладом предполагает выступление студента группы, перед студентами и преподавателем. После каждого выступления

присутствующие на защите участники задают вопросы, чтобы прояснить некоторые моменты, выяснить насколько глубоко проработана тема исследования и насколько эффективно. Каждая работа оценивается: при этом оценку своей работы получает каждый участник группы, учитывается выступление на защите, наконец, оценивается вся работа в целом.

Тематика докладов для лекции-конференции

Тема: Сравнение последовательностей.

1. Геномная информация.
2. Генетические карты и картирование генома.
3. Основные типы ДНК-маркеров, используемые при картировании генома.
4. Определение нуклеотидных последовательностей, секвенирование ДНК.
5. Определение сиквенса клона.
6. Использование EST-последовательностей.
7. Методы анализа множественной экспрессии генов.
8. Секвенирование белков.
9. Анализ белковой экспрессии методом двумерного фореа в полиакриламидном геле.
10. Глобальное выравнивание последовательностей.
11. Локальное выравнивание последовательностей.
12. Множественное выравнивание последовательностей.
13. Мера сходства биологических последовательностей.
14. Расстояния Хемминга и Левенштайна.
15. Операции редактирования.
16. Вес операций редактирования.
17. Виды штрафов за делеции.

Тематика докладов для самостоятельной работы:

1. Современные методы исследования первичной структуры белков (определение N-, C-, концевых аминокислот, секвенирование).
2. Протеомика: возможности и перспективы.
3. Процессинг и фолдинг синтезируемого белка, биологическое значение этих процессов.
4. Протеомика-лидер науки XXI века.
5. Филогенетические деревья.
6. Геномика и медицина.
7. Гипотеза «молекулярных часов»

8. Метабомика и проблема антибиотикорезистентности.
9. Геномика и здоровье человека.
10. Метагеномика – обширная геномная информация из окружающей среды.

Подготовка к экзамену:

Данная форма СРС может быть весьма разнообразной по своей сути, так как сам зачет бывает различным. Он проводится обычно по итогам семестра перед сессией в письменной или устной форме, причем преподаватель может включать в него вопросы лекционных, практических занятий, так и вопросов по самостоятельной работе. Главное отличие экзамена от зачета – почти всегда пятибалльная система оценки. Таким образом, первое - для сдачи экзамена необходимо, прежде всего, выполнить все требования преподавателя, что предполагает знание этих требований. Второе - нужно как можно раньше выяснить, какие вопросы, предстоит готовить и каковы правила самой процедуры (учитывается ли посещаемость, надо ли пропущенные занятия отрабатывать, а если надо, то каким образом и т.д.). Практика показывает, что хорошее посещение занятий является почти полной гарантией получения экзамена, так как тогда можно быть в курсе всех требований преподавателя. И, напротив, большое количество пропусков может осложнить жизнь даже сильному студенту. Кроме того, необходимо учитывать, что проблемы могут появиться при распространенном подходе студента к практическим занятиям, когда многие работают первые месяцы вполсилы, накапливая задолженности по выполнению рефератов, практических заданий, конспектов и пр., а перед сессией пытаются все это сделать за одну неделю. Старайтесь распределять силы равномерно по всей дистанции семестра, и тогда зачетная неделя перед сессией будет не самой напряженной.

IV. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

№ п/п	Контролируемые модули/ разделы / темы дисциплины	Коды и этапы формирования компетенций		Оценочные средства - наименование	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Раздел 1. Предмет биоинформатики.	ОК-8; ОПК-4; ПК-16	Знает цели, задачи и методы биоинформатики	семинар, опрос,	Экзамен Вопросы 1-5 Итоговый тест приложение 2

			Умеет использовать методы биоинформатики для решения научных и прикладных задач агропищевой биотехнологии	творческое задание, контрольная работа	
			Владеет актуальными проблемами биоинформатики	семинар, практическое задание, реферат	
2	Раздел 2. Инфраструктура биоинформатики.	ОК-8; ОПК-5; ПК-16	Знает базы данных GenBank, EMBL, SwissProt, PIR, TrEMBL, PDB	домашнее задание, семинар,	Экзамен Вопросы 6-12 Итоговый тест Приложение 2
			Умеет использовать форматы записи FASTA, BLAST, GenBank, PDB.	контрольная работа, реферат	
			Владеет способами предоставления информации о последовательностях	семинар, практическое задание	
3	Раздел 3. Методы биоинформационного анализа.	ОК-8; ОПК-4; ОПК-5; ПК-16	Знает методы биоинформационного анализа	тестовые задания, семинар	Зачет Вопросы 13-33 Итоговый тест приложение 2
			Умеет прогнозировать структуры, функции и клеточную локализацию белков	интервью, тестовые задания	
			Владеет навыками применения методов биоинформационного анализа	творческое задание, реферат	

4.	Раздел 4. Актуальные проблемы биоинформатики.	ОК-8; ОПК-4; ПК-16	Знает актуальные проблемы биоинформатики	семинар, доклад	Экзамен Вопросы 33-46 Итоговый тест приложение 2
			Умеет выделять и систематизировать основные проблемы биоинформатики	семинар, доклад	
			Владеет навыками определения и решения проблем биоинформатики	дискуссия, домашнее задание	

Шкала оценивания уровня сформированности компетенций по дисциплине «Биоинформатика»

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции		критерии	показатели	баллы
ОК -8 способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу	знает (пороговый уровень)	современные подходы к созданию технологий новых продуктов;	-знание основополагающих концепций биоинформатики;	способность дать определения основных понятий и концепций биоинформатики	61-75
		-современные принципы подходов к обоснованию схем оптимальной комплексной аттестации биотехнологических продуктов	-знание основных задач, которые решаются в рамках биоинформатики;	- способность применять информационные технологии при решении конкретных научно-исследовательских задач;	
		-созданию конкурентоспособных биотехнологических продуктов;	-знание современных информационных технологий, которые используются при решении задач биоинформатики.	- новые технологии создания биотехнологических продуктов нового поколения, которые изучил и освоил магистрант;	
				-способность перечислить источники информации по методам биоинформатики;	

	умеет (продвину тый)	-научно обосновывать схемы оптимальной комплексной аттестации биотехнологичес ких продуктов;	-отыскивать и анализировать профильную литературу. в том числе с применением специализированн ых биоинформационны х данных баз PubMed и Medline; -уметь проводить компьютерный анализ биологически активных веществ с применением накопленных в базах данных результатов экспериментальных исследований	- способность логически верно, аргументировано и ясно строить свою речь - способность применять методы биоинформатики для нестандартного решения поставленных задач	75-85
	владеет (высокий)	- основными приемами биоинформацио нного анализа с использованием компьютерной техники для аттестации биотехнологичес ких продуктов -методологией научного творчества	-владение терминологией биоинформатики; -владение способностью применить знания биоинформационно го анализа для аттестации биотехнологических продуктов; - владение способами получения, организации и анализа данных;	- способность бегло и точно применять терминологический аппарат в ответах на вопросы и в письменных работах, - способность применить знания для анализа и аттестации биотехнологических продуктов; -способность проводить самостоятельные исследования по созданию технологий биотехнологических продуктов; -представлять результаты при создании технологий продуктов нового поколения с использованием локальных средств компьютерной обработки данных.	85- 100

<p>ОПК-4 готовность использовать методы математического моделирования материалов и технологических процессов, готовностью к теоретическому анализу и экспериментальной проверке гипотез</p>	<p>Знает (пороговый уровень)</p>	<p>технологические процессы в биотехнологии; -показатели технологического процесса; -современные направления в биотехнологии;</p>	<p>-знание методов анализа технологического процесса на соответствие исходным научным разработкам; - знание программных средств для получения результатов анализа технологического процесса;</p>	<p>-способность ориентироваться в направлениях развития биоинформационного анализа; -способность перечислить основные цели, задачи биоинформационного анализа для организации баз данных по биологическим последовательностям и технологическим процессам;</p>	<p>61-75</p>
	<p>Умеет (продвинутый)</p>	<p>-оценить технологический процесс в биотехнологии на его соответствие исходной научной разработке; - вести научную дискуссию по проблемам агропищевой биотехнологии; - ориентироваться в направлениях развития биотехнологии; - -создать банк данных по технологическим процессам и их параметрам;</p>	<p>-умение оценки эффективности технологического процесса; -умение применять методы биоинформационного анализа; умение ориентироваться в направлениях развития биотехнологии; -умение создать банк данных;</p>	<p>способность оценивать технологический процесс на соответствие исходным научным разработкам; -способность управлять технологическим процессом; -способность-организовать технологический процесс; -способность организовать научную дискуссию;</p>	<p>75-85</p>
	<p>Владеет (высокий)</p>	<p>-современными методами анализа показателей технологического процесса; -навыками управления технологическим процессами; -навыками организации технологического контроля;</p>	<p>владение современными методами анализа; владение навыками делать выводы и прогнозы по новым технологическим процессам ; владение навыками организации технологического контроля;</p>	<p>-способность применять методы для анализа технологического процесса; -способность применять навыки управления технологическими процессами; - способность применять навыки организации технологического контроля;</p>	<p>85-100</p>

<p>ОПК-5 способность использовать современные информационные технологии для сбора, обработки и распространения научной информации в области биотехнологии и смежных отраслей, способностью использовать базы данных, программные продукты и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее – сеть "Интернет") для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p>Знает (пороговый уровень)</p>	<p>-современные информационные технологии для сбора, обработки научной информации -базы данных -программные продукты и ресурсы «Интернет» для решения научных и производственных задач</p>	<p>-знание современных информационных технологий для сбора и обработки научной информации; -знать современные базы данных по структурам биополимеров;</p>	<p>-способность применять информационные технологии для сбора и обработки научной информации ; -способность использовать базы данных по структурам для прогнозирования их свойств и структуры;</p>	<p>61-75</p>
	<p>Умеет (продвинутый)</p>	<p>-использовать компьютерные технологии для сбора, обработки и распространения научной информации в области биотехнологии и смежных отраслях -Работать с программными продуктами сети «Интернет» -Использовать базы данных для научной работы, для прогнозирования функций макромолекул биополимеров</p>	<p>-умение использовать компьютерные технологии для сбора и обработки научной информации; -умение работать с программами сети «Интернет»; -умеет с помощью компьютерных программ прогнозировать функции макромолекул биополимеров;</p>	<p>-работает с программными продуктами сети «Интернет»; -решает задачи профессиональной деятельности с помощью компьютерных программ; -обрабатывает научные данные с помощью компьютерных программ.</p>	<p>75-85</p>
	<p>Владеет (высокий)</p>	<p>-современными информационными технологиями для сбора, обработки и распространения научной информации в области биотехнологии, -навыками при работе с базами данных первичных последовательностей и структур макромолекул -навыками организации сбора, обработки и хранения научной</p>	<p>-владеет информационными технологиями в области биотехнологии; -владеет навыками при работе с базами данных первичных последовательностей и структур белка, ДНК, РНК -владеет навыками сбора, сохранения научной информации</p>	<p>-способен быстро организовать сбор, обработку и хранение научной информации в смежных отраслях биотехнологии; -способен быстро распространить научную информацию из области биотехнологии; -способен решать профессиональные задачи на высоком научном уровне, используя программные продукты сети «Интернет»;</p>	<p>85-100</p>

		информации в смежных отраслях биотехнологии			
<p>ПК-16 способность осуществлять эффективную работу средств контроля, автоматизации и автоматизированного управления производством, химико-технического, биохимического и микробиологического контроля</p>	Знает (пороговый уровень)	правила осуществления эффективную работу средств контроля, автоматизации и автоматизированного управления производством, химико-технического, биохимического и микробиологического контроля	-знание современных информационных технологий для сбора и обработки научной информации; -знать современные базы данных по структурам биополимеров;	-способность применять информационные технологии для сбора и обработки научной обработки ; -способность использовать базы данных по биополимерам для прогнозирования их свойств и структуры;	61-75
	Умеет (продвинутой)	осуществлять эффективную работу средств контроля, автоматизации и автоматизированного управления производством, химико-технического, биохимического и микробиологического контроля	-умение использовать компьютерные технологии для сбора и обработки научной информации; -умение работать с программами сети «Интернет»; -умеет с помощью компьютерных программ прогнозировать функции макромолекул биополимеров;	-работает с программными продуктами сети «Интернет»; -решает задачи профессиональной деятельности с помощью компьютерных программ; -обрабатывает научные данные с помощью компьютерных программ.	75-85

	Владеет (высокий)	<p>принципами и практикой осуществления эффективную работу средств контроля, автоматизации и автоматизированного управления производством, химико-технического, биохимического и микробиологического контроля</p>	<p>-владеет информационными технологиями в области биотехнологии; -владеет навыками при работе с базами данных первичных последовательностей и структур белка, ДНК, РНК -владеет навыками сбора, сохранения научной информации</p>	<p>-способен быстро организовать сбор, обработку и хранение научной информации в смежных отраслях биотехнологии; -способен быстро распространить научную информацию из области биотехнологии; -способен решать профессиональные задачи на высоком научном уровне, используя программные продукты сети «Интернет»;</p>	85-100
--	-------------------	---	--	---	--------

У.СПИСОК УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Основная литература

(электронные и печатные издания)

1. Леск А. Введение в биоинформатику. / А. Леск; пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лабораторные знания, 2015. – 318 с. (10 экз.)
http://lib.dvfu.ru:8080/search/query?term_1=%D0%9B%D0%B5%D1%81%D0%BA+%D0%92%D0%B2%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5+%D0%B2+%D0%B1%D0%B8%D0%BE%D0%B8%D0%BD%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%BA%D1%83&theme=FEFU
2. Биоорганическая химия: учебное пособие / Д. Г. Кнорре, Т. С. Годовикова, С. Д. Мызина [и др.] ; Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, Факультет естественных наук. Новосибирск: Из-во Новосибирский университет, 2011. - 480 с. (5 экз.)
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:679690&theme=FEFU>

Дополнительная литература

(печатные и электронные издания)

1. Глик Б., Пастернак Дж. Молекулярная биология. Принципы и применение: Пер. с англ. / под ред. Н.К. Янковского. – М.: Мир. 2002. – 589 с.
2. Боринская С.А., Янковский Н.К. Структура прокариотических геномов./ С.А.Боринская, Н.К. Янковский// Молекулярная биология.- 1999. Т. 33. №6.
3. Гельфанд М.С. Компьютерный анализ последовательности ДНК. / М.С. Гельфанд // Молекулярная биология.- 1998. Т. 32. С.-103-120.
4. Свердлов Е.Д. Микрокосм генома./ Е.Д. Свердлов // Молекулярная биология.- 1999. Т. 33. №6.
5. Фролова Л.Л. Базы данных нуклеотидных последовательностей Genbank/EMBL/DBJ. Аннотация гена arcA E.coli K12: Учебное пособие по курсу "Биоинформатика" / Л. Л. Фролова, А. Я. Хидиятуллина, А.С. Кузьмин; Казан. гос. ун-т. - Казань: Изд-во Казан. гос. ун-та, 2007. -45 с.
6. Кузнецов, Вл.В. Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений [Электронный ресурс] / Вл.В. Кузнецов,

В.В. Кузнецов, Г.А. Романов. - М.: БИНОМ, Лаборатория знаний. 2012. - 487 с. <http://e.lanbook.com/view/book/8803/page425/> ЭБС "Лань"

7. *Лашин С.А.* Электронно-лекционный курс «Информационные технологии и языки программирования»

http://kib.nsu.ru/?page_id=2837

8. *Колчанов Н.А., Лашин С.А.* Электронно-лекционный курс «Введение в информационную биологию»

http://kib.nsu.ru/?page_id=2837

9. *Огурцов А.Н.* Основы биоинформатики. Харьков: НТУ «ХПИ», 2013. 400 с.

10. *Огурцов А.Н.* Выравнивание белковых последовательностей. Харьков: НТУ «ХПИ», 2015. 80 с.: [Электронный документ]

<https://sites.google.com/site/anogurtsov/lectures/bi>).

11. *Нефедова Л.Н.* Применение молекулярных методов исследования в генетике: Учебное пособие / Л.Н.Нефедова. - М.: НИЦ Инфра-М, 2012. - 104 с.

<http://znanium.com/bookread.php?book=302262> ЭБС "Знаниум"

12. *Кудинов Ю.И., Пащенко Ф. Ф.* Основы современной информатики: Учебное пособие. 2е изд., испр. [Электронный ресурс] СПб.: Издательство "Лань", 2011. - 256 с.

Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. <http://www.bibliotech.ru/> Электронно-библиотечная система БиблиоТех.
2. <http://book.ru> Электронно-библиотечная система BOOK.ru
3. <http://elibrary.ru> Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU
4. <http://www.scholar.ru/> Научная электронная библиотека – диссертации, авторефераты и научные статьи.
5. <http://www.ict.edu.ru/lib/> ИКТ портал. Информационно-коммуникационные технологии в образовании.
6. <http://bio-x.ru/> Интернет портал по биотехнологии
7. <http://www.biotechnolog.ru/> Сайт Биотехнология
8. НГУ. Электронная библиотека <http://libra.nsu.ru/catalogue/>;
9. НГУ. Научная электронная библиотека <http://libra.nsu.ru/scientificres/>
10. Электронно-библиотечная система «Лань» <http://e.lanbook.com/>
<http://e.lanbook.com/view/book/2024/page1/> ЭБС "Лань"

Перечень информационных технологий и программного обеспечения

1. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>
2. <http://www.genome.jp/tools/clustalw/>
3. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>
4. <http://www.expasy.org/> Expasy

5. <http://www.drive5.com/muscle/>
6. <http://evolution.genetics.washington.edu/phylip.html>
7. Entrez cross-database search page – <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>
8. Биоинформационные ресурсы для геномики и протеомики – <http://www.expasy.org>
9. Биологические банки и базы данных –
10. <http://www.nsu.ru/education/i4biol/noframes/reviewdb.html>
11. Программы анализа полинуклеотидных и полипептидных последовательностей - <http://blast.ncbi.nlm.nih.gov>
12. Программы множественного выравнивания - www.genome.jp/tools/clustalw/
13. Форум по молекулярной биологии - <http://molecularstation.com/>
14. Unipro UGENE: [Электронный документ] (<http://ugene.unipro.ru/ru>).
15. Институт биоинформатики: [Электронный документ] (<http://bioinformaticsinstitute.ru/>).
16. Справочник по биоинформатике <http://www.cellbiol.ru/book/bioinformatika>

VI. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Изложение теоретического материала производится в формате лекций. Полученная таким образом теоретическая информация закрепляется на практических занятиях, при обсуждении предлагаемой преподавателем теоретической темы. В начале каждой лекции выделяется 15 минут для проверки усвоения материала предыдущего занятия, ответов на вопросы студентов. После изложения нового материала еще 15 минут уделяется вопросам по новой изученной теме, разбираются задания для самостоятельной работы. Для консультации по учебному материалу и заданиям интенсивно используется электронная почта. Предусматривается обязательная самостоятельная работа с литературой, регулярный обзор публикаций и материалов по дисциплине в периодической прессе и Интернете. Текущий контроль состоит в проверке знаний студента по итогам практических занятий. Для проверки освоенности теоретического материала предусмотрено проведение коллоквиумов и контрольных работ. В качестве промежуточного контроля в конце семестра изучения дисциплины учебным планом предусмотрен экзамен, который проводится в устной форме. Экзаменуемый студент должен ответить на два вопроса экзаменационного билета по темам дисциплины и ответить на дополнительные вопросы преподавателя.

Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает: - чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины; - подготовку к практическим занятиям, устным опросам и контрольным работам; - работу с Интернет-источниками; - подготовку к сдаче практических работ, сдаче экзамена. Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе дисциплины «Биоинформатика». По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса. Работа с конспектом лекций - просмотрите конспект сразу после занятий, отметьте материал конспекта лекций, который вызывает затруднения для понимания. Попытайтесь найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции. Регулярно отводите время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

VII. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В данном разделе приводятся сведения о материально-техническом обеспечении дисциплины (с указанием наименования приборов и оборудования, компьютеров, учебно-наглядных пособий, аудиовизуальных средств; аудиторий, специальных помещений), необходимом для осуществления образовательного процесса по дисциплине.

Лаборатория общей биотехнологии пищевых продуктов: г. Владивосток, о. Русский п. Аякс д.10, Корпус 25.1, ауд. М 311. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических и лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

Учебная мебель на 25 рабочих мест, Место преподавателя (стол, стул),

Аналитическое и технологическое оборудование (М311): Центрифуга молочная с нагревом ЦЛМ 1-12; Термостат жидкостный LOIP Lt-208a, объем

8л, 120x150/200мм; Анализатор качества молока Лактан 1-4 мод.230; рН-метр-милливольтметр со штативом рН-150МИ; Весы ВСП 1.5-2-3Т; Холодильник "Океан-RFD-325В"; Шкаф сушильный, камера из нерж. стали, 58л; плита электрическая мечта 111Ч 101-226589; Магнитная мешалка ПЭ-6110 с подогревом; вискозиметр ВНЖ-0,3-ХС3 (d-1.41) капиллярный стеклянный; Штатив ПЭ-2710 лабор. для бюреток.

Мультимедийное оборудование: Моноблок Lenovo С360G-i34164G500UDK; Экран с электроприводом 236*147 см Trim Screen Line; Проектор DLP, 3000 ANSI Lm, WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U Mitsubishi; Подсистема специализированных креплений оборудования CORSA-2007 Tuarex; Подсистема видеокоммутации: матричный коммутатор DVI DXP 44 DVI Pro Extron; удлинитель DVI по витой паре DVI 201 Tx/Rx Extron; Подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; акустическая система для потолочного монтажа SI 3CT LP Extron; Микрофонная петличная радиосистема УВЧ диапазона Sennheiser EW 122 G3 в составе беспроводного микрофона и приемника; цифровой аудиопроцессор DMP 44 LC Extron; Сетевой контроллер управления Extron IPL T S4; беспроводные ЛВС для обучающихся обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS).

Компьютерный класс: г. Владивосток, о. Русский п Аякс д.10, Корпус 25.1, ауд. М612. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Учебная мебель на 22 рабочих места, Место преподавателя (стол, стул), Моноблок HP ProOne 400 G1 AiO 19.5" Intel Core i3-4160T 4GB DDR3-1600 SODIMM (1x4GB)500GB Windows Seven Enterprise - 22 штуки; Проводная сеть ЛВС – Cisco 800 series; беспроводные ЛВС для обучающихся обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS).

Для самостоятельной работы студентов используются:

компьютерный класс г. Владивосток, о. Русский п. Аякс д.10, Корпус 25.1, ауд. М621. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Учебная мебель на 17 рабочих мест, Место преподавателя (стол, стул). Моноблок Lenovo С360G-i34164G500UDK 19.5" Intel Core i3-4160T 4GB DDR3-1600 SODIMM (1x4GB)500GB Windows Seven Enterprise - 17 штук; Проводная сеть ЛВС – Cisco 800 series; беспроводные ЛВС для обучающихся обеспечены системой на базе точек доступа 802.11a/b/g/n 2x2 MIMO(2SS)

читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10). Оборудование читальных залов Научной библиотеки ДВФУ: Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW,GigEth,Wi-Fi,BT,usb kbd/mse,Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit),1-1-1 Wty Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с

ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувеличителем с возможностью регуляции цветовых спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками.

Лицензионное программное обеспечение установленное на ПК

Наименование программного комплекса	Версия	Назначение
Microsoft Office 2010 профессиональный плюс	14.0.6029.1000	Офисный пакет
7-Zip	9.20.00.0	Обучающий комплекс программ
Abbyy FineReader 11	11.0.460	Обучающий комплекс программ
Adobe Acrobat XI Pro	11.0.00	Обучающий комплекс программ

VIII. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

Для дисциплины «Биоинформатика» используются следующие оценочные средства:

Оценочные средства для промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация студентов. Промежуточная аттестация студентов по дисциплине «Методология научных исследований в биотехнологии» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Промежуточная аттестация включает ответ студента на вопросы к экзамену.

ВОПРОСЫ К ЭКЗАМЕНУ

1. Биоинформатика: возникновение, цели, задачи, методы.
2. Привести характеристики генома человека.
3. Назвать информационные технологии, применяющиеся в биоинформатике.
4. Основные задачи биоинформатики
5. Информационные потоки в биологических самовоспроизводящихся системах
6. Базы данных: классификация, основы структур.
7. Базы данных белковых последовательностей.
8. Базы данных последовательностей нуклеиновых кислот.
9. Банки данных метаболических путей.

10. Базы, содержащие результаты глобальных экспериментов по анализу экспрессии, протеомике, и т.п.
11. Основные библиографические базы данных.
12. NCBI, ENTREZ и BLAST – назначение, инструменты, задачи
13. Методы сравнения первичных структур молекул биополимеров
14. Выравнивание двух последовательностей, точечные матрицы.
15. Глобальное и локальное выравнивание, вес выравнивания, матрицы аминокислотных замен.
16. Локальное выравнивание, задачи, примеры.
17. Алгоритм динамического программирования. Оптимальное выравнивание последовательностей. Способы оптимизации поиска – FASTA, BLAST
18. Зависимость выравнивания от параметров, статистическая значимость выравниваний
19. Методы распознавания функциональных участков в нуклеотидных последовательностях
20. Множественное выравнивание.
21. Программы для поиска множественного выравнивания. PSI-BLAST.
22. Скрытые Марковские модели (HMM).
23. Выравнивания и филогенетические отношения.
24. Проблемы филогении геномных последовательностей.
25. Кластеризационный подход к заданию филогенетических отношений
26. Кладистические методы.
27. Третичная структура белка. Фолдинг.
28. Предсказание третичной структуры белка. Моделирование гомологов. Методы, ПО, сервисы.
29. Экспериментальное определение структуры белка. Оценка качества полученной структуры.
30. Предсказание параметров спирали ДНК.
31. Динамические модели РНК.
32. Поиск РНК с заданной структурой (тРНК и т.п., регуляторные участки мРНК).
33. Молекулярный докинг: цель, задачи, подходы, применение.
34. Биоинформатика и филогенез. Молекулярные часы. Клада, OTU, ветвь, лист, корень. Ультраметрическое и неультраметрическое дерево.
35. Ортологи, паралоги, гомологи, ксенологи.
36. Горизонтальный перенос генов и его роль в эволюции геномов.
37. Алгоритмы построения филогенетических деревьев
38. Предсказание функций генов.
39. Сравнение геномов
40. Методы предсказания пространственных структур белков
41. Методы моделирования цепей метаболических реакций
42. Алгоритмы сборки геномных последовательностей из фрагментов
43. Подбор праймеров для ПЦР и зондов для гибридизации. Подбор зондов для микрочипов
44. Генетический алгоритм обработки данных, схемы реализации.

45. Медицинская геномика, генная диагностика и генотерапия.
Фармакоинформатика.

46. Компьютерная токсикология и иммуноинформатика.

Критерии выставления оценки студенту на экзамене

Баллы, необходимые для оценки итогового теста	Оценка зачета	Требования к оформленным компетенциям в устном ответе студента
100-85	«отлично»	Отлично выставляется студенту, у которого сформировано знание методов критического анализа и оценки современных научных достижений, умение использовать современные методы и вычислительные средства для изучения структуры биомолекул, знает компьютерные технологии для сбора, хранения, обработке и передачи химической информации, умеет использовать знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, базы данных, пакеты программ, выбирать методы для решения научной задачи, применение навыков научного планирования.
85-75	«хорошо»	сформированные знания, но содержащие отдельные пробелы в использовании современных методов, и вычислительных средств для изучения структуры биомолекул, компьютерных технологий для сбора, хранения, обработке и передачи химической информации, пробелы в использовании знаний фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, баз данных, пакетов программ
75-61	«удовлетворительно»	общие, но не структурированные знания, не систематическое использование современных методов и вычислительных средств, не полное использование компьютерных технологий
61-0	«не удовлетворительно»	Оценка неудовлетворительно выставляется студенту, который имеет фрагментарные знания информационных и компьютерных технологий, современных методов и вычислительных средств для изучения структуры биомолекул, использование компьютерных технологий при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче химической информации, не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно с большими затруднениями выполняет практические работы и не может продолжить обучение без дополнительных занятий по

**Оценочные средства для текущей аттестации включают в себя вопросы
итогового тестирования и критерии оценки тестовых заданий**

Вопросы для итогового тестирования

1. Мутация, при которой единичная замена основания оставляет аминокислотную последовательность неизменной, называется
 - а) нонсенс-мутация
 - б) обратная замена
 - в) «молчащая» мутация
 - г) мисенс-мутация
2. Основной постулат (центральная догма) молекулярной биологии
 - а) ДНК → РНК → белок
 - б) ДНК ↔ РНК → белок
 - в) ДНК → РНК ↔ белок
 - г) РНК → ДНК → белок
3. Вырожденность генетического кода – это
 - а) кодирование одним триплетом только одной аминокислоты
 - б) кодирование одним триплетом одной либо нескольких аминокислот
 - в) кодирование одной аминокислоты несколькими триплетами
 - г) кодирование одним триплетом разных аминокислот
4. Универсальность генетического кода – это
 - а) кодирование одним триплетом одной либо нескольких аминокислот
 - б) кодирование одной аминокислоты несколькими триплетами
 - в) кодирование одной аминокислоты одним триплетом
 - г) наличие единого кода для всех существ на Земле
5. Для нахождения консервативных регионов в наборе последовательностей применяется преимущественно
 - а) множественное выравнивание
 - б) локальное выравнивание
 - в) глобальное выравнивание
 - г) структурное выравнивание
6. Выравнивание - это:
 - а) сравнение последовательностей нуклеотидов с «липкими концами»
 - б) сравнение аминокислотных последовательностей белков по длине
 - в) сравнение нуклеотидных последовательностей по длине
 - г) сравнение последовательностей в поиске идентичных серий символов
7. Расстояние по Левенштайну или «редакционное расстояние» между двумя строками
 - а) минимальное число «операций редактирования» для того, чтобы превратить одну строку в другую

- б) максимальное число «операций редактирования» для того, чтобы превратить одну строку в другую
 - в) минимальное число замен позиций в строке для того, чтобы превратить одну строку в другую
 - г) минимальное число вставок для того, чтобы превратить одну строку в другую
8. PSI-BLAST- это программа, которая
- а) позволяет проводить анализ популяционно-генетических данных
 - б) осуществляет филогенетический анализ с использованием метода парсимонии
 - в) подбирает данные для последовательностей, аналогичных запрошенной
 - г) проводит множественное выравнивание нуклеотидных и аминокислотных последовательностей
9. В иерархии структур белка, домены располагаются ...
- а) после четвертичной структуры
 - б) между вторичными и третичными структурами мономера
 - в) подобный уровень отсутствует
 - г) между первичными и вторичными структурами мономера
10. Что из перечисленного не относится к основным типам генетических карт
- а) генетические карты сцепленности генов
 - б) «бэндовые» схемы хромосом
 - в) последовательности ДНК
 - г) контиг
11. Контиг – это
- а) набор перекрывающихся фрагментов ДНК, которые в совокупности представляют собой консенсусную область ДНК
 - б) локусы с варьирующим числом tandemных повторов
 - в) полиморфизм коротких tandemных повторов
 - г) короткий, секвенированный участок ДНК, локализованный в строго определенной области генома
12. Процесс спонтанного сворачивания полипептидной цепи в уникальную нативную пространственную структуру называется
- а) сплайсинг
 - б) трансляция
 - в) фолдинг
 - г) процессинг
13. Основным инструментом биоинформатики является
- а) выравнивание последовательностей
 - б) секвенирование
 - в) программирование
 - г) картирование генома
14. Точечная матрица – это

- а) комплементарная, записанная в обратном порядке последовательность
 - б) палиндромность последовательности
 - в) матрицы расчета весов для замен в аминокислотных последовательностях
 - г) простейшее изображение, которое дает представление о сходстве между двумя последовательностями
15. Метод исследования вещества путём определения отношения массы к заряду и количества заряженных частиц, образующихся при том или ином процессе воздействия на вещество
- а) ЯМР-спектроскопия
 - б) масс-спектрометрия
 - в) ИК-спектроскопия
 - г) электрофорез
16. Для аннотирования структуры белка не используется метод
- а) метод выявления гомологии в последовательностях
 - б) метод распознавания фолда
 - в) экспериментальное определение структуры
 - г) метод Смита-Ватермана
17. При каком значении процента идентичных остатков в оптимальном выравнивании два белка будут, вероятно, иметь сходный паттерн фолдинга
- а) более 25%
 - б) более 45 %
 - в) 18 %
 - г) 10 %
18. Паралогичные гены (paralogous genes) это:
- а) гомологичные гены филогенетически родственных организмов
 - б) гены, которые произошли в результате внутригеномных дупликаций в геноме данного вида
 - в) гомологичные гены филогенетически родственных организмов, разошедшихся в процессе видообразования
 - г) гомологичные гены микроорганизмов, образовавшиеся в процессе горизонтального переноса
19. Трансмембранные сегменты состоят почти исключительно из гидрофобных аминокислотных остатков. Сколько остатков составляет длину трансмембранных спиралей
- а) 100 остатков
 - б) 150 остатков
 - в) 2-5 остатка
 - г) 15-30 остатков
20. Какая из перечисленных ниже программ используется для множественного выравнивания последовательностей ДНК и белков
- а) ClustalW
 - б) BLAST

- в) DALI
 - г) CASP
21. Модель для оценки эволюционного расстояния по нуклеотидным (либо аминокислот-ным) заменам в последовательности
- а) модель Тамуры-Нея
 - б) модель Джукса-Кантора
 - в) марковская модель
 - г) скрытая марковская модель
22. Основная проблема постгеномной эры:
- а) - предсказание первичной структуры белка по последовательности ДНК
 - б) - предсказание вторичной структуры белка по последовательности ДНК
 - в) - предсказание третичной структуры белка по последовательности ДНК
 - г) - предсказание четвертичной структуры белка по последовательности ДНК
23. Гомологичные нуклеотидные (или аминокислотные) последовательности называют паралогичными если...
- а) они появились в результате видообразования
 - б) они появились в результате дупликации
 - в) они находятся в начале гена
 - г) они являются уникальными
24. Филогенетическое дерево (эволюционное дерево, дерево жизни) - дерево, отражающее эволюционные взаимосвязи между различными видами или другими сущностями, имеющими общего предка. Вершины филогенетического дерева делятся на три класса (отметить неверное):
- а) листья
 - б) стволы
 - в) узлы
 - г) корень
25. Какое из перечисленных ниже выравниваний применяется к «похожим» последовательностям приблизительно одинаковой длины и наглядно показывает разницу между этими последовательностями
- а) локальное
 - б) множественное
 - в) глобальное
 - г) структурное
26. Выравнивание нуклеотидных или аминокислотных последовательностей с самым высоким весом называют
- а) оптимальным
 - б) множественным
 - в) глобальным
 - г) структурным

27. Методы предсказания структуры белков по аминокислотной последовательности включают в себя (отметить неверное)

- а) моделирование по гомологии
- б) распознавание способа укладки
- в) предсказание новых фолдов
- г) отсев вырожденных мишеней

Задания с выбором одного правильного ответа.

Критерии оценивания ответов на вопросы тестового задания

Число заданий в каждом варианте теста - 4.

4 правильных ответа – отлично;

3 правильных ответа – хорошо;

2 правильных ответа – удовлетворительно;

1 правильный ответ – неудовлетворительно.