

*Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Российский университет дружбы народов»*

Медицинский институт РУДН

Рекомендовано МССН

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Наименование дисциплины: Математическая биология, биоинформатика

Рекомендуется для направления подготовки/специальности:

06.06.01 Биологические науки

Направленность программы (профиль)

03.01.09 Математическая биология, биоинформатика

1. Цели и задачи дисциплины:

Цель дисциплины:

Подготовка специалиста, владеющего основополагающими теоретическими знаниями и практическими навыками использования математических методов, необходимых для описания и моделирования биологических систем, а также методов биоинформатики в решении фундаментальных и прикладных проблем молекулярной биологии, молекулярной генетики, клеточной биологии, экологии и задач, возникающих на стыке этих наук с математикой и информатикой.

Задачи дисциплины:

- изучение современных методов исследования, развития и применения компьютерных методов и подходов для анализа биологических и медицинских данных, включая методы получения, хранения, организации, сопоставления и визуализации больших данных;
- разбор особенностей хранения данных и методов их анализа в геномике, транскриптомике, протеомике;
- ознакомление с основными этапами компьютерного эксперимента в биологии;
- иллюстрация различных методических подходов на примере решения реальных биологических задач.

2. Место дисциплины в структуре ОП ВО:

Дисциплина «*Математическая биология, биоинформатика*» относится к *вариативной* части блока 1 учебного плана.

Далее приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций дисциплины в соответствии с матрицей компетенций ОП ВО.

Дисциплина «*Математическая биология, биоинформатика*» базируется на знаниях, имеющихся у аспирантов после получения высшего профессионального образования.

Для качественного освоения дисциплины аспирант должен знать, иностранный язык, информатику, высшую математику в объеме курса специалитета, уметь пользоваться научной литературой.

Дисциплина «*Математическая биология, биоинформатика*» является базовой для блока «Научные исследования», подготовки и сдачи кандидатского экзамена по специальной дисциплине.

3. Требования к результатам освоения дисциплины:

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

УК-1 способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерирование новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;

УК-2 способность проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки;

УК-3 готовность участвовать в работе российских и международных исследовательских коллективов по решению научных и научно-образовательных задач;

УК-4 готовность использовать современные методы и технологии научной коммуникации на государственном и иностранном языках;

УК-5 способность планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития.

ПК-1 способность понимать современные проблемы биологии и использовать фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач;

ПК-2 способность использовать основные теории, концепции и принципы в избранной области деятельности, способность к системному мышлению;

ПК-3 готовность самостоятельно анализировать имеющуюся информацию, ставить цель и задачи исследования и предлагать методы их решения;

ПК-4 знание истории и методологии биологических наук, расширяющих общепрофессиональную, фундаментальную подготовку;

ПК-5 способность применять современные компьютерные технологии при сборе, хранении, обработке, анализе и передаче биологической информации;

В результате изучения дисциплины студент должен:

знать:

- основные методы научно исследовательской деятельности (УК-1);
- достоинства и ограничения в использовании биоинформатических методов (УК-1);
- основные биоинформатические методы в геномике, транскриптомике и протеомике, их ограничения, достоинства и недостатки (УК-2);
- теоретико-методологические, методические и организационные аспекты осуществления научно- исследовательской деятельности в биологии и медицине (УК-2);
- методы филогенетического анализа данных на основе анализа биологических последовательностей (УК-3);
- методы критического анализа и оценки современных научных достижений, методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях, методы совместной научно-исследовательской деятельности (УК-3);
- современные методы хранения, получения и биоинформатического анализа биологических данных (УК-4);
- виды и стандарты информации, принципы безопасности передачи данных. (УК-4);
- современные проблемы математической биологии и биоинформатики (ПК-1);
- основные концепции в области математической биологии и биоинформатики (ПК-2);
- принципы передачи информации от молекулярного уровня до уровня организмов (ПК-2);
- принципы работы основных биоинформатических методов в геномике, транскриптомике и протеомике (ПК-4);
- методологию математической биологии и биоинформатики (ПК-4);
- современное программное и аппаратное обеспечение, а также сетевые технологии, используемые для моделирования в биологии и медицине (ПК-5);
- основные информационные ресурсы по геномике, транскриптомике и протеомике (ПК-5);
- принципы организации компьютерного эксперимента (ПК-5);

уметь:

- выполнять информационные поиск и составлять перечень аналогов в соответствии с аннотацией (планом) выполнения собственного исследования (УК-1);
- осуществлять отбор больных в исследование по клиническим критериям включения и исключения, критически анализировать и обобщать полученные клинические данные, объективно оценивать эффективность изучаемых методов диагностики, профилактики, лечения, реабилитации, определять соотношение риска и пользы от изучаемых в соответствии с профилем методов вмешательства (УК-2);
- анализировать альтернативные варианты решения исследовательских задач и оценивать потенциальные выигрыши/проигрыши реализации этих вариантов (УК-3);
- извлекать профессионально-значимую информацию из научных баз данных, на государственном и иностранном языках читать научную литературу по направлению подготовки, работать с онлайн словарями, справочными материалами. (УК-4);

- использовать фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности (ПК-1);
- использовать основные принципы математической биологии и биоинформатики (ПК-2);
- получать новую информацию путём анализа данных из научных источников (ПК-3);
- организовать и провести численный эксперимент с использованием собственных и/или сторонних биоинформатических методов(ПК-3);
- осуществлять подбор программного и аппаратного обеспечения для решения задач собственного исследования (ПК-5);
- подбирать адекватные методы и данные для компьютерных экспериментов с помощью методов биоинформатики (ПК-5).;

владеть:

- навыками проведения информационного поиска (УК-1)
- навыками составления плана научного исследования, написания аннотации научного исследования (УК-2)
- навыками анализа основных мировоззренческих и методологических проблем, в т.ч. междисциплинарного характера возникающих в науке на современном этапе ее развития, способами организации взаимодействия с коллегами и социальными партнерами (УК-3)
- навыками самостоятельного приобретения знаний и умений, необходимых для ведения научно-исследовательской деятельности (УК-5)
- навыками постановки и решения задач исследования(ПК-1)
- навыками системного мышления (ПК-2);
- навыками постановки цели и задач собственного исследования и предлагать методы их решения (ПК-3);
- навыками построения филогенетические деревья для исследования эволюции отдельных генов (ПК-3)
- навыками сбора, обработки, анализа и систематизации информации по теме исследования; навыками выбора методов и средств решения задач исследования (ПК-5)
- методами подготовки экспериментальных данных (из баз данных) (ПК-5)
- методами хранения, получения и биоинформатического анализа биологических данных (ПК-5)

4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц.

4.1 Очная форма обучения

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестры | | | |
|--|-------------|----------|----|---|---|
| | | 1 | 2 | | |
| Аудиторные занятия (всего) | | | | | |
| В том числе: | - | - | - | - | - |
| <i>Лекции</i> | 40 | 20 | 20 | | |
| <i>Практические занятия (ПЗ)</i> | 40 | 20 | 20 | | |
| <i>Семинары (С)</i> | | | | | |
| <i>Лабораторные работы (ЛР)</i> | | | | | |
| Самостоятельная работа + Контроль (всего) | 64 | 32 | 32 | | |
| Общая трудоемкость | час | 144 | | | |
| | зач. ед. | 4 | 2 | 2 | |
| | | | | | |

4.2 Заочная форма обучения

| Вид учебной работы | Всего часов | Семестры | | | |
|--|-------------|----------|---|---|---|
| | | 1 | | | |
| Аудиторные занятия (всего) | 6 | 6 | | | |
| В том числе: | - | - | - | - | - |
| <i>Лекции</i> | 6 | 6 | | | |
| <i>Практические занятия (ПЗ)</i> | | | | | |
| <i>Семинары (С)</i> | | | | | |
| <i>Лабораторные работы (ЛР)</i> | | | | | |
| Самостоятельная работа + Контроль (всего) | 138 | 138 | | | |
| Общая трудоемкость час | 144 | 144 | | | |
| зач. ед. | 4 | 4 | | | |

5. Содержание дисциплины

5.1. Содержание разделов дисциплины

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Содержание раздела (темы) |
|-------|---------------------------------|--|
| 1 | Аппаратные средства | Назначение компьютера в медико-биологических процессах. Типы компьютеров, классификация. Основные аппаратные узлы компьютеров (от микро до супер). Многопроцессорные системы. Центральный процессор. Последовательная и параллельная обработка информации. Скорость выполнения операций. Быстродействие центрального процессора. Методы и устройства управления компьютером. Назначение, объем, быстродействие, длительность хранения информации. Безопасность данных. Сетевая инфраструктура и её особенности. Безопасность, уровни угроз, предотвращение проникновения и защита персональных данных. |
| 2 | Программное обеспечение | Системное и прикладное ПО. Специализированные ОС и приложения для работы с различными видами данных. Графический и командный интерфейс. Принципы организации управления системой через графический и командный интерфейс. Примеры программ. |
| 3 | Сетевые технологии | Компьютерная сеть. Архитектура компьютерной сети. Основные компоненты компьютерной сети. Основные типы компьютерных сетей (ЛКС, ККС, Глобальная сеть). Топология сети. Виды топологий. Основной элемент модели взаимодействия открытых систем. Модель OSI. Принципы безопасности передачи данных. Протоколы компьютерной сети. Доменная система имен. Telnet. Основные команды управления терминалом. Служба электронной почты. Служба передачи файлов. Служба передачи гипертекста. Серверные и клиентские решения. Основы медицинской телематики. Телеконференции, телеконсилиумы. |
| 4 | Хранение данных | Базы данных в биологии и медицине. Назначение, применение, примеры. Методы обращения к базам данных через глобальную сеть. СУБД определение, типы, функции. Примеры коммерческих и некоммерческих баз данных. СУБД с открытым кодом. |

| | | |
|---|--|--|
| | | <p>Масштабы задач для определенных типов СУБД. Основные характеристики СУБД. Транзакция. Модели баз данных. Основные объекты реляционных баз данных. Этапы разработки баз данных. Типы данных. Свойства полей. Ключевое поле. Поле внешнего ключа. Способы поиска информации в базах данных. Язык запросов. Программы управления базами данных.</p> |
| 5 | Виды и стандарты информации | <p>Классификации информации. Методы структуризации. Системы стандартов информации. Стандарт HL7. Стандарт DICOM. Стандарты в геномике, протеомике, метаболомике</p> |
| 6 | Основы информационных биологических процессов | <p>Способы описания и моделирования информационных процессов в лечебно-диагностических задачах, в задачах классификации. Способы описания и моделирования информационных процессов в изучении популяционных взаимодействий, в исследовании и прогнозировании поведения окружающей среды живых систем средствами современных информационных технологий</p> |
| 7 | Биоинформатика | <p>Биологические классификации и номенклатуры. Использование последовательностей для определения филогенетических отношений. Определение подобия последовательностей с использованием сетевых БД. Структура белка, основные элементы структуры. Классификация белков. Разработка и предсказание структуры белка. Понятие протеомики, понятие геномики, понятие метаболомики, используемые информационные компоненты. Понятие полиморфизма, амплификации, секвенации. Определения генома и протеома, проекты последовательностей генома. Связь генома с видом клетки. Геном человека основные понятия, информационные компоненты и компьютерные средства для обработки данных. Языки программирования и инструменты для программирования в геномике</p> |
| 8 | Математические модели в биологии и медицине | <p>Понятие модели, виды моделей, реализация математических моделей <i>in silico</i>. Популяционное моделирование. Модели роста. Модели экологических процессов. Имитационное моделирование. Модели элементов и систем животного организма. Объект моделирования в медицине. Формализация задачи. Трудно формализуемые задачи. Модели в диагностике состояния человека. Прогностические модели. Модели исходов состояний, курса лечения, ремиссий болезни. Эпидемиологические модели. Математическое моделирование в телематических системах.</p> |
| 9 | Системный анализ и управление в медицине | <p>Методы прогнозирования медицинских и биологических процессов на основе медицинских и биологических данных. Методы расчетов основных статистических характеристик результатов экспериментов. Современные стандартные программные средства автоматизации процессов обработки экспериментальных данных. Структура информационных систем поддержки принятия управленческих решений. Интеллектуальная информационная поддержка в исследованиях биологических и медицинских биологических объектов. Элементы искусственного интеллекта в системах управления. Управление большими пространственно распределенными данными в биологии и медицине</p> |

5.2. Разделы дисциплин и виды занятий

5.2.1 Очная форма обучения

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Лекц. | Практ. зан. | Лаб. зан. | Семина | СРС | Всего час. |
|-----------------------------|---|-----------|-------------|-----------|--------|-----------|------------|
| 1 | Аппаратные средства | 2 | 2 | | | 4 | 8 |
| 2 | Программное обеспечение | 4 | 4 | | | 8 | 16 |
| 3 | Сетевые технологии | 4 | 4 | | | 8 | 16 |
| 4 | Хранение данных | 4 | 4 | | | 8 | 16 |
| 5 | Виды и стандарты информации | 4 | 4 | | | 8 | 16 |
| 6 | Основы информационных биологических процессов | 4 | 4 | | | 4 | 12 |
| 7 | Биоинформатика | 6 | 6 | | | 8 | 20 |
| 8 | Математические модели в биологии и медицине | 6 | 6 | | | 8 | 20 |
| 9 | Системный анализ и управление в медицине | 6 | 6 | | | 8 | 20 |
| Итого по дисциплине: | | 40 | 40 | | | 64 | 144 |

5.2.2 Заочная форма обучения

| № п/п | Наименование раздела дисциплины | Лекц. | Практ. зан. | Лаб. зан. | Семина | СРС | Всего час. |
|-----------------------------|---|----------|-------------|-----------|--------|-----------|------------|
| 1 | Аппаратные средства | 0,25 | | | | 7,75 | 8 |
| 2 | Программное обеспечение | 0,25 | | | | 15,75 | 16 |
| 3 | Сетевые технологии | 0,25 | | | | 15,75 | 16 |
| 4 | Хранение данных | 0,25 | | | | 15,75 | 16 |
| 5 | Виды и стандарты информации | 0,25 | | | | 15,75 | 16 |
| 6 | Основы информационных биологических процессов | 0,25 | | | | 11,75 | 12 |
| 7 | Биоинформатика | 1,5 | | | | 18,5 | 20 |
| 8 | Математические модели в биологии и медицине | 1,5 | | | | 18,5 | 20 |
| 9 | Системный анализ и управление в медицине | 1,5 | | | | 18,5 | 20 |
| Итого по дисциплине: | | 6 | | | | 64 | 144 |

6. Лабораторный практикум не предусмотрен

7. Практические занятия (семинары)

7.1 Очная форма обучения

| № п/п | № раздела дисциплины | Тематика практических занятий | Трудоемкость (час.) |
|-------|--------------------------------|--|---------------------|
| 1 | Аппаратные средства | Основные конструктивные элементы персонального компьютера, как основного инструмента в подготовке и первичной обработке данных исследований и эксперимента. Виды и характеристики системных плат, модулей памяти, процессорных сборок, портов, носителей информации, периферийных устройств. | 2 |
| 2 | Программное обеспечение | Прочтение лицензионных соглашений, программы разметки и форматирования | 4 |

| | | | |
|---|--|--|---|
| | | носителей информации, установка и настройка операционной системы, виды дистрибутивов программ, поиск и выгрузка дистрибутивов, драйверов, утилит, установка и настройка приложений, виды архивных программ, форматы *.PDF и postscript. | |
| 3 | Сетевые технологии | Настройка сетевого подключения в графическом и командном интерфейсе, исследование протокола FTP на примерах сервисов ftp.ru и ftp.org , работы в ЛКС по протоколам Telnet и SSH. Настройка службы безопасности в различных ОС. Служба передачи гипертекста. Серверные и клиентские решения. Основы медицинской телематики. Телеконференции, телеконсилиумы. | 4 |
| 4 | Хранение данных | Основные объекты реляционных баз данных, построение собственной БД для хранения литературных источников и изображений. Построение форм. Запросы, программы управления базами данных. | 4 |
| 5 | Виды и стандарты информации | Стандарт HL7. Практическое использование языка XML. Стандарт DICOM. | 4 |
| 6 | Основы информационных биологических процессов | Способы описания и моделирования информационных процессов в лечебно-диагностических задачах, в задачах классификации. Способы описания и моделирования информационных процессов в изучении популяционных взаимодействий, в исследовании и прогнозировании поведения окружающей среды живых систем средствами современных информационных технологий | 4 |
| 7 | Биоинформатика | Языки программирования и инструменты для программирования в геномике. Комплекс статистической обработки и анализа данных R. Решение задач и управление графикой в системе R. | 6 |
| 8 | Математические модели в биологии и медицине | Реализация математических моделей in silico. Популяционное моделирование. Модели роста. Модели экологических процессов. Имитационное моделирование. Модели элементов и систем животного организма. Математическое моделирование в телематических системах. | 6 |
| 9 | Системный анализ и управление в медицине | Методы расчетов основных статистических характеристик результатов экспериментов на примерах учебных задач. Программы поддержки принятия управленческих решений. | 6 |

| | | | |
|--|---|---|----|
| | | Интеллектуальная информационная поддержка в исследованиях биологических и медицинских биологических объектов. Элементы искусственного интеллекта в системах управления. Практическое использование электронных средств накопления и обработки больших данных. | |
| | : | Итого по дисциплине | 40 |

7.2 Заочная форма обучения

Практические занятия (семинары) Не предусмотрены

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Для проведения занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используются компьютерные классы 452 и 453 расположенные по адресу: г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.10 к.2. и лекционный зал, расположенный по адресу: г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.8.

Комплект рабочих мест в составе компьютерные столы, стулья, доска маркерная; технические средства: интерактивная доска, проекционный экран, мультимедийный проектор, ноутбук преподавателя, моноблоки.

Вычислительный сервер HP ProLiant ML350 Gen 10, Моноблок Acer Aspire C24-865 – 16 шт., Моноблок Lenovo V30a-24IML All-In-One 23,8" - 19 шт., Моноблок Acer Z3-615 – 12 шт., Рабочее место в составе системного блока Dell Optiplex 3010MT и монитора Dell S2240L – 6 шт., Сервер Gladius 210XT0808R-21064 – 3 шт.

9. Информационное обеспечение дисциплины

а) программное обеспечение:

Программа корпоративного лицензирования (Microsoft Subscription) Enrollment for Education Solutions (EES) № 56278518 от 23.04.2019 (продлевается ежегодно, программе присваивается новый номер). Операционные системы (Linux, Free BSD, MS Windows).
Специальное ПО: MathLab, Statistica, R, SAS, IDL, Visual Box, Blander, ImageJ, ImageTools, GenomeTools.

б) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы:

1. ЭБС РУДН и сторонние ЭБС, к которым студенты имеют доступ на основании заключенных договоров:

- Электронно-библиотечная система РУДН – ЭБС РУДН <http://lib.rudn.ru/MegaPro/Web>

- ЭБС «Университетская библиотека онлайн»

<http://www.biblioclub.ru>

- ЭБС Юрайт <http://www.biblio-online.ru>

- ЭБС «Консультант студента» www.studentlibrary.ru

- ЭБС «Лань» <http://e.lanbook.com/>

- ТУИС: <http://esystem.pfur.ru/course/view.php?id=46>

- Всероссийский институт научной и технической информации Российской академии наук (ВИНИТИ РАН) <http://www2.viniti.ru/>

2. База данных медицинских и биологических публикаций:

- NCBI: <https://p.360pubmed.com/pubmed/>

- Вестник РУДН: режим доступа с территории РУДН и удаленно <http://journals.rudn.ru/>

- Научная библиотека Elibrary.ru: доступ по IP-адресам РУДН по адресу: <http://www.elibrary.ru/defaultx.asp>

- **ScienceDirect (ESD)**, «FreedomCollection», "Cell Press" ИД "Elsevier". Есть удаленный доступ к базе данных, доступ по IP-адресам РУДН (или удаленно по индивидуальному логину и паролю).

- **Академия Google (англ. Google Scholar)** - бесплатная поисковая система по полным текстам научных публикаций всех форматов и дисциплин. Индексирует полные тексты научных публикаций. Режим доступа: <https://scholar.google.ru/>

- **Scopus** - наукометрическая база данных издательства ИД "Elsevier". Есть удаленный доступ к базе данных.

Доступ по IP-адресам РУДН и удаленно по логину и паролю (Грант МОН). Режим доступа: <http://www.scopus.com/>

- **Web of Science**. Есть удаленный доступ к базе данных. Доступ на платформу осуществляется по IP-адресам РУДН или удаленно. Удаленный доступ к WOS активируется без вмешательства администратора после регистрации на платформе из РУДН <http://login.webofknowledge.com/>

10. Учебно-методическое обеспечение дисциплины:

а) Основная литература

1. Мюррей Дж. Математическая биология. Том I. Введение. – М.- Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2009. – 776 с.
2. Мюррей Дж. Математическая биология. Том II. Пространственные модели и их приложения в биомедицине. – М.- Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», Институт компьютерных исследований, 2011. – 1104 с.
3. Славин М.Б. Практика системного моделирования в медицине: Учебное пособие. - М.: Медицина, 2002. - 168 с.
4. Богомолов А.В., Гридин Л.А., Кукушкин Ю.А., Ушаков И.Б. Диагностика состояния человека: математические подходы. - М.: Медицина, 2003. - 464 с.
5. Леск Артур. Введение в биоинформатику / А. Леск; Пер. с англ. под ред. А.А.Миронова, В.К.Швядаса. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 318 с.: ил. - ISBN 978-5-94774-501-6
6. Часовских, Н. Ю. Биоинформатика: учебник / Н. Ю. Часовских. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2020. - 352 с. - ISBN 978-5-9704-5542-5. - Текст: электронный // ЭБС "Консультант студента": [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970455425.html>

б) Дополнительная литература

1. М.А. Каменская Информационная биология: учебное пособие заведений – М: издательский центр Академия, 2009.
2. Колесников Ю.Б., Сениченков Ю.Б. Моделирование систем. Динамические и гибридные системы. Учебное пособие. - СПб.: БХВ_Перербург. 2006. - 224 с.
3. Моделирование сложных систем. Бусленко Н.П., Главная редакция физико-математической литературы изд-ва "Наука", М., 1968, 356 стр.
4. Славин М.Б. Практика системного моделирования в медицине: Учебное пособие. - М.: Медицина, 2002. - 168 с.
5. Богомолов А.В., Гридин Л.А., Кукушкин Ю.А., Ушаков И.Б. Диагностика состояния человека: математические подходы. - М.: Медицина, 2003. - 464 с.
6. Математические методы для анализа последовательностей ДНК. Пер. с англ./Под ред. М.С. Уотермена – М.: Мир, 1999. - 349 с.
7. Володченкова, Л. А. Биоинформатика : учебное пособие / Л. А. Володченкова. — Омск: ОмГУ, 2018. — 44 с. — ISBN 978-5-7779-2214-4. — Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/110901>
8. Порозов, Ю. Б. Биоинформатика: учебно-методическое пособие / Ю. Б. Порозов. — Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2012. — 52 с. — Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/43567>

9. Часовских, Н. Ю. Практикум по биоинформатике: учебное пособие / Н. Ю. Часовских. — Томск: СибГМУ, [б. г.]. — Часть 1 — 2019. — 135 с. — ISBN 978-5-98591-145-9. — Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/138707>.
10. Часовских, Н. Ю. Практикум по биоинформатике: учебное пособие / Н. Ю. Часовских. — Томск: СибГМУ, [б. г.]. — Часть 2 — 2019. — 126 с. — ISBN 978-5-98591-147-3.— Текст: электронный// Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/138708>
11. Introduction to Bioinformatics. Artur M.Lesk. Oxford University Press, 2008. - 474 p.
12. Understanding Bioinformatics, Marketa Zvelebil, Jeremy O.Baum, 2008. - 772 p.
13. Joao Carlos Setubal, Joao Meidanis. Introduction to Computational Molecular Biology. — Brooks/Cole Pub Co, 1997. — 240 с.
14. Mount D.W. Bioinformatics: Sequence and Genome Analysis. — Cold Spring Harbor Laboratory, 2001. — 240 с.
15. Valier G. Combinatorial pattern matching algorithms in computational biology using Perl and R [1 ed.& Chapman & Hall/CRC Mathematical & Computational Biology, 2009. 356p.
16. Arnaud Chauvière, Luigi Preziosi, Claude Verdier. Cell Mechanics: From Single Scale-Based Models to Multiscale Modeling (Chapman & Hall CRC Mathematical & Computational Biology), 2010. - 482 p.
17. William Jenkinson, Eric Jenkinson (auth.), Carmen Molina-Paris, Grant Lythe (eds.) Mathematical Models and Immune Cell Biology [1 ed.].Springer-Verlag New York, 2011. - 407 p.
18. Fred Brauer, Carlos Castillo-Chavez (auth.) Mathematical Models in Population Biology and Epidemiology [2 ed.]. Springer-Verlag New York, 2012. - 508 p.
19. Marius Ghergu, Vicențiu D. Rădulescu (auth.). Nonlinear PDEs: Mathematical Models in Biology, Chemistry and Population Genetics [1 ed.]. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012. - 394 p.
20. Westhead D.R., Parish J.H., Twyman R.M. Bioinformatics. Taylor & Francis, 2002. -253 p.

11. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Для каждого практического занятия и семинара предусмотрены:

- тема и вопросы для изучения;
- конкретный перечень навыков и умений, которыми должен овладеть аспирант;
- контрольные вопросы и задания, которые позволяют определить успешность усвоения изучаемого материала;
- вопросы для самопроверки и задания для самостоятельной работы по темам представлены в методических разработках по каждому разделу и размещены на платформе ТУИС: <http://esystem.pfur.ru/>

Подробную информацию, включающую теоретический материал, глоссарий и список рекомендуемой литературы для желающих более подробно ознакомиться с изучаемой темой, можно найти на платформе ТУИС: <http://esystem.pfur.ru> .

В конце каждого занятия предусмотрено заполнение отчета на платформе ТУИС. Отчет может быть в виде ответов на вопросы по пройденной теме или в виде прикрепления файла с выполненным заданием.

Прохождение каждого раздела завершается рубежным контролем знаний в виде контрольной работы и компьютерного тестирования. В процессе рубежного контроля аспирант должен показать свои знания и умения по пройденной теме.

Завершается изучение дисциплины «*Математическая биология, биоинформатика*» сдачей итогового компьютерного теста, который включает вопросы по всем пройденным темам.

В процессе освоения дисциплины в рамках самостоятельной работы аспирант работает с литературой в библиотеке РУДН и использует ресурсы информационно-коммуникационной сети «Интернет».

12. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Материалы для оценки уровня освоения учебного материала дисциплины «Математическая биология, биоинформатика» (оценочные материалы), включающие в себя перечень компетенций с указанием этапов их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания, типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы, методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, разработаны в полном объеме и доступны для обучающихся на странице дисциплины в ТУИС РУДН.

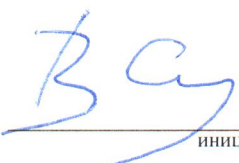
Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО РУДН.

Разработчики:

Доцент,
кафедра медицинской информатики
и телемедицины


подпись _____ Е.А. Лукьянова _____
инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой
медицинской информатики
и телемедицины


подпись _____ В.Л. Столяр _____
инициалы, фамилия