

Учреждение образования
«Международный государственный экологический институт
имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по учебной работе

МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ

В. В. Журавков

2024

Регистрационный № УД- 1537-24 /уч.



ГЕНОМИКА И БИОИНФОРМАТИКА

**Учебная программа учреждения образования
по учебной дисциплине для специальности:**

7-06-0533-02 Прикладная физика

Профилизация Медицинская физика

2024 г.

Учебная программа составлена на основе 7-06-0533-02-2023 от 28.07.2023 и учебного плана учреждения высшего образования для специальности 7-06-0533-02 Прикладная физика профилизация Медицинская физика № 168-23/уч.маг.веч. от 07.04.2023

СОСТАВИТЕЛЬ:

Т.С. Чикова, профессор кафедры общей и медицинской физики учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, доктор физико-математических наук, доцент

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

М. Н. Петкевич, заведующий отдела по инженерному обеспечению лучевой терапии учреждения здравоохранения «Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии имени Н. Н. Александрова»;

С. Е. Головатый, заведующий кафедрой экологического мониторинга и менеджмента учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой общей и медицинской физики учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 9.1 от 27.04 2024);

Научно-методическим советом учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 9 от 21.05 2024)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

В последние десятилетия в генетике наблюдается быстрый прогресс в изучении копирования генетической информации и ее молекулярных носителей: выявлены материальные носители генетической информации, изучены закономерности кодирования, принципы управления работой генов, проведен анализ механизмов фундаментальных генетических процессов. Сравнительный анализ отдельных групп генов и целых геномов оказал революционизирующее влияние на развитие всех основных направлений современной биологии, филогенетики, таксономии и теории эволюции. Осуществлено создание концептуальной схемы универсального филогенетического древа жизни, состоящего из трех доменов – эубактерий, архебактерий и эукариот, которые ведут свое начало от единого гипотетического корневого предка – прогенота.

Итоговым достижением эры геномики было полное секвенирование генома человека, которое положило начало новому процессу «Геномизации человечества».

Курс «Геномика и биоинформатика» представляет собой межпредметную дисциплину. Она дает основы информационного знания специалисту при работе с базами данных биологической направленности при решении различного рода задач теоретической и сугубо практической направленности (в медицинской практике, филогенетике, в области биотехнологии (генная инженерия, генотерапия, клонирование и т.д.)), возникающих в связи с новейшими достижениями в области молекулярной генетики, биомедицинской науки и практики.

При подготовке специалистов в области медицинской физики изучение курса "Геномика и Биоинформатика" дает им понимание и знание современных проблем системной биологии и функциональной геномики, а также методов биоинформатики, активно используемых для решения этих проблем. В рамках курса будут рассмотрены структура и функционирование генома прокариотических и эукариотических клеток, механизмы регуляции транскрипции и методы их моделирования, технологии глобального мониторинга экспрессии клеточного генома и существующие подходы к количественному анализу и интерпретации его результатов, сопряженные модели геномных и метаболических процессов, современные базы данных и программный инструментарий, используемые в вычислительной геномике и смежных областях. В основу курса положены результаты исследований в области биоинформатики, структурной, функциональной и вычислительной геномики, системной биологии, которые были опубликованы в последние 20 лет в ведущих международных научных журналах. В курсе дается обзор современного состояния биоинформатики и геномики – двух бурно развивающихся областей современной молекулярной биологии.

Учебная программа по дисциплине «Геномика и биоинформатика» разработана для специальности 7-06-0533-02 Прикладная физика

профилизация Медицинская физика в соответствии с требованиями учебного плана.

Цели учебной дисциплины – сформировать у магистрантов целостную систему знаний о реализации генетической информации в биологических системах, что предполагает изучение и освоение разных подходов и методов ее анализа, выявление факторов, влияющих на реализацию наследственной информации, а также демонстрацию возможностей использования полученных знаний в экспериментах *in silico*.

Задачи учебной дисциплины:

- ознакомление с существующими методическими приемами и подходами, используемыми при работе с базами данных биологической направленности;

- освоение умения прогнозирования основных физико-химических и биологических свойств анализируемых нуклеотидных последовательностей детерминированных ими продуктов, а также предсказание их потенциальных функций.

Студент должен владеть следующими *компетенциями*:
 СК-4. Анализировать характеристики исходных фактических биологических материалов, используемых для создания изображений, применять методы получения и обработки пространственных данных, пространственного анализа и визуализации медико-биологической информации.

СК-6. Анализировать сложные взаимодействия в биологических системах разного уровня, моделировать свойства динамических биосистем с применением компьютерных методов.

В результате усвоения учебной дисциплины магистрант должен

знать:

- химические основы наследственной информации, включая химическое строение и свойства нуклеиновых кислот, основные пути и механизмы реализации генетической информации;

- основные методы исследования, используемые для всестороннего изучения структуры и функции генетических детерминант, определяющих фенотипические признаки живых организмов;

- клеточные, хромосомные, генные и молекулярные механизмы наследственности; механизмы изменчивости генетического материала;

- новейшие достижения в области биохимии, физики, молекулярной генетики, селекции, биотехнологии и перспективы их использования для анализа.

уметь:

- использовать знания геномики для объяснения важнейших физиологических процессов, протекающих в живых организмах, как в норме, так и при возникновении патологии;

- использовать комплексный подход, основанный на достижениях генетики, эволюции и биоинформатики, в изучении генетических детерминант контролируемых ими признаков;

– использовать достижения геномики в решении задач селекции, медицины, экологии и биотехнологии, а также применять полученные знания в дальнейшей практической деятельности.

Программа курса рассчитана на 108 ч, из которых аудиторных – 24 ч (10 ч – лекционных, 14 ч – практических занятий).

Форма получения высшего образования – очная (вечерняя).

Форма промежуточной аттестации – экзамен в IV семестре.

Трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

I. ВВЕДЕНИЕ

Геномика, её цели и задачи, место среди других биологических наук. Становление геномики как самостоятельного раздела молекулярной генетики. Основные задачи геномики. Предпосылки, возникновение и развитие функциональной геномики.

II. СТРУКТУРНАЯ (ОПИСАТЕЛЬНАЯ) ГЕНОМИКА

2.1. Секвенирование полных геномов и анализ структуры генома. Методы микро- и макросеквенирования, особенности и принципы их использования. Компьютерные программы, используемые для анализа секвенированных последовательностей.

2.2. Основные структурные и функциональные элементы носителей генетического материала. Структура нуклеиновых кислот (ДНК и РНК). Компактизация молекул ДНК. Хроматин. Полиморфизм двойной спирали ДНК. Общий план строения и виды РНК. Общая характеристика процесса репликации. Эпигенетические факторы подавления и активации транскрипции. Созревание РНК: процессинг и сплайсинг. Регуляторные последовательности в ДНК у эукариот (тата-боксы, энхансеры, сайленсоры, адапторные элементы). Альтернативный сплайсинг, редактирование ДНК. Структура гена. Основные отличия структурной организации генетического материала про- и эукариот.

III. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ГЕНОМИКА И БИОИНФОРМАТИКА

3.1. Организация генома и эволюция. Геномика вирусов и фагов, характеристика вирусных геномов, вирусоподобные инфекционные агенты (сателлиты, вириды, прионы). Структурная геномика прокариот, характеристика геномов. Молекулярно-филогенетическая систематика и классическая мегасистематика высших таксонов. Домен архибактерий, эубактерий и эукариот. Скорость молекулярной эволюции. Концепция молекулярных эволюционных часов, основные положения. Правила молекулярной эволюции. Горизонтальный перенос генов как информационный фактор эволюции. Типы горизонтального переноса. Понятие мобильных генетических элементов. Информационное давление и информационный фактор эволюции. Роль горизонтального переноса генов в видообразовании (основные пути переноса).

3.2. Архивы и извлечение информации. Биоинформатика. Биоинформатика как раздел теории информации о создании банков данных, разработке удобного компьютерного интерфейса, а также программно-математических методов для анализа последовательностей и пространственных структур. Основные разделы биоинформатики (компьютерная геномика, метаболомика). Поиск гомологии и выравнивания генетических текстов, множественное выравнивание. Статистический анализ генетических текстов. Предсказание кодирующих участков генов и ORF.

Предсказание функциональных сигналов (сайтов, районов). Анализ вторичной структуры РНК и сигналов трансляции. Анализ аминокислотных последовательностей. Предсказание структуры и функций белка (функциональных сайтов и доменов глобулярных белков).

3.3. Совмещение структур и структурные выравнивания. Базы данных. Предсказание и моделирование белковых структур (предсказание вторичной структуры, моделирование по гомологии, распознавание способа укладки, предсказание новых фолдов).

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
(очная (вечерняя) форма получения высшего образования)

Номер раздела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов					Форма контроля знаний
		Лекции	Практические занятия	Семинарские занятия	Лабораторные занятия	Иное	
1	2	3	4	5	6	7	8
I	Введение	1					опрос
II	СТРУКТУРНАЯ (ОПИСАТЕЛЬНАЯ) ГЕНОМИКА						
2.1	Секвенирование полных геномов и анализ структуры генома	1	2				опрос, самост. работа
2.2	Основные структурные и функциональные элементы носителей генетического материала	2	4				опрос, самост. работа
III	ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ГЕНОМИКА И БИОИНФОРМАТИКА						опрос, самост. работа
3.1	Организация генома и эволюция	2	2				опрос, самост. работа
3.2	Архивы и извлечение информации. Биоинформатика	2	4				опрос, самост. работа
3.3	Совмещение структур и структурные выравнивания	2	2				опрос, самост. работа
	ВСЕГО	10	14				

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА***Основная*

1. Основы информационной биологии. Практикум : учебно-методическое пособие: в 2 ч. Ч.1 / [Ф. В. Сауткин и др.]. – Минск : БГУ, 2020. – 143 с.
2. Часовских, Н. Ю. Биоинформатика : учебник / Н. Ю. Часовских. – Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 352 с.

Дополнительная

3. Baxevanis, A. D. Bioinformatics: A Practical Guide to the Analysis of Genes and Proteins / A. D. Baxevanis, B. F. Francis Oulette. – Toronto : Wiley-Interscience, 2001. – 495 p.
4. Глик, Б. Молекулярная биология. Принципы и применение : Пер. с англ. / Б. Глик, Дж. Пастернак // под ред. Н.К. Янковского. – М. : Мир, 2002. – 589 с.
5. Журавлева, Г. А. Генная инженерия в биотехнологии (семинары): учеб. пособие / Г. А. Журавлева [и др.]. – СПб.: Эко-Вектор, 2017. – 135 с.
6. Леск, А. Введение в биоинформатику / А. Леск. – М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 318 с.
7. Нефедов, Е. И. Современная биоинформатика / Е. И. Нефедов, Т. И. Субботина, А. А. Яшин. – Москва: Горячая линия - Телеком, 2005. – 272 с.
8. Попов, В. В. Геномика с молекулярно-генетическими основами / В. В. Попов. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 304 с.
9. Решение задач биоинформатики при помощи веб -и интернет-сервисов. Учебно-методическое пособие. / В. В. Потапов [и др.]. – Иркутск: Иркутский гос. ун-т, 2011. – 50 с.
10. Смиряев, А. В. Основы биоинформатики: учеб. пособие. / А. В. Смиряев, Л. К. Панкина. – М.: ФГОУ ВПО РГАУ -МСХА им. К. А. Тимирязева, 2013. – 120 с.
11. Структура и функционирование белков. Применение методов биоинформатики / Д. Дж. Ригден [и др.]; под ред. Д. Дж. Ригдена. – М.: Ленанд, 2014. – 424 с.
12. Шмид, Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия / Р. Шмид. – БИНОМ ТД, 2014. – 325 с.

Инновационные методы и подходы к преподаванию дисциплины

При организации образовательного процесса используется *метод анализа конкретных ситуаций (кейс-метод)*, который предполагает:

- приобретение студентом знаний и умений для решения практических задач;
- анализ ситуации, используя профессиональные знания, собственный опыт, дополнительную литературу и иные источники.

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы магистрантов

Самостоятельная работа магистрантов может быть направлена на изучение научных статей, подготовку сообщений и рефератов, подготовку материалов, научных докладов, научно-исследовательских работ для участия в научно-практических конференциях, конкурсах.

Для организации самостоятельной работы студентов по курсу необходимо использовать современные технологии: разместить в сетевом доступе комплекс учебных и учебно-методических материалов (программа, методические указания к практическим занятиям, список рекомендуемой литературы и информационных ресурсов, задания в тестовой форме для самоконтроля и др.).

При этом не ставится цель охватить все стороны предмета или заменить другие формы работы. Подбор заданий для самостоятельной работы направлен на формирование базовых предметных компетенций путем применения теоретических знаний в конкретных ситуациях, а также на развитие активности и самостоятельности студентов.

Качество самостоятельной работы студентов целесообразно проверять в ходе текущего промежуточного и итогового контроля в форме устного опроса, коллоквиумов, контрольных работ по темам и разделам дисциплины (модулям).

Перечень рекомендуемых средств диагностики

Для текущего контроля и самоконтроля знаний и умений студентов рекомендуется использовать устные опросы, письменные контрольные работы или тесты по отдельным темам курса, защиту подготовленного студентом сообщения или реферата и индивидуальных заданий.

Протокол согласования учебной программы

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы учреждения высшего образования по учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
Согласования с другими дисциплина не требуется			