

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

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по учебной
и воспитательной работе

МГЭИ им. А. Д. Сахарова БГУ

И. Э. Бученков

« 19 » 2019 г.

Регистрационный № УД- 849-19 /уч.



**МОДУЛЬ «КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ»
ГЕНОМИКА И БИОИНФОРМАТИКА**

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:

1-31 80 22 Медицинская физика

Профилизация Физические методы в медицине

2019 г.

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОСВО 1-31 80 22-2019 № 81 от 26.06.2019 г. и учебного плана № 115-19/уч.маг., 118-19/уч.маг.з. от 18.06.2019 специальности 1-31 80 22 Медицинская физика.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Н. В. Гончарова, доцент кафедры экологического мониторинга и менеджмента учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д.Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат биологических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой общей и медицинской физики учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 4 от 01.11 2019);

Советом факультета мониторинга окружающей среды учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 3 от 19.11 2019)

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 междисциплинарную 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 (геновая 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 1-31 80 22 «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: быть способным к анализу сложных взаимодействий в биологических системах разного уровня, моделированию свойств 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.

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются методы проблемно-ориентированного обучения, реализуемые на лекционных и практических занятиях.

Для заочной формы получения высшего образования общее количество часов 108, из них аудиторных 10 ч (лекции – 4 ч, практические занятия – 6 ч).

Для очной формы получения высшего образования общее количество часов 108, из них аудиторных 42 ч (лекции – 28 ч, практические занятия – 14 ч).

Форма получения высшего образования – очная и заочная

Форма текущей аттестации – экзамен в I семестре (для очной формы получения высшего образования).

Форма текущей аттестации – экзамен во II семестре (для заочной формы получения высшего образования).

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, вироиды, 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 ДИСЦИПЛИНЫ
(для очной формы 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	2					Дискуссия
II	СТРУКТУРНАЯ (ОПИСАТЕЛЬНАЯ) ГЕНОМИКА						
2.1	Секвенирование полных геномов и анализ структуры генома	2	6				Дискуссия
2.2	Основные структурные и функциональные элементы носителей генетического материала	2	6				Дискуссия
III	ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ГЕНОМИКА И БИОИНФОРМАТИКА						Дискуссия
3.1	Организация генома и эволюция	4	4				Дискуссия
3.2	Архивы и извлечение информации. Биоинформатика	2	6				Дискуссия
3.3	Совмещение структур и структурные выравнивания	2	6				Дискуссия
	ВСЕГО	14	28				

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ
(для заочной формы 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	2					Дискуссия
II	СТРУКТУРНАЯ (ОПИСАТЕЛЬНАЯ) ГЕНОМИКА И БИОИНФОРМАТИКА						
2.1	Секвенирование полных геномов и анализ структуры генома	2					Дискуссия
2.2	Основные структурные и функциональные элементы носителей генетического материала	2					Дискуссия
2.3	Организация генома и эволюция		2				Дискуссия
2.4	Архивы и извлечение информации. Биоинформатика		2				Дискуссия
2.5	Совмещение структур и структурные выравнивания.		2				Дискуссия
	ВСЕГО	4	6				

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Инновационные подходы и методы к преподаванию учебной дисциплины

При организации образовательного процесса используется метод учебной дискуссии, который предполагает участие студентов в целенаправленном обмене мнениями, идеями для предъявления и/или согласования существующих позиций по определенной проблеме. Использование метода обеспечивает появление нового уровня понимания изучаемой темы, применение знаний (теорий, концепций) при решении проблем, определение способов их решения.

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 студентов

Самостоятельная работа студентов может быть направлена на изучение научных статей по проблемам радионуклидной диагностики, подготовку сообщений и рефератов, подготовку материалов, научных докладов, научно-исследовательских работ для участия в студенческих научно-практических конференциях, конкурсах.

Перечень рекомендуемых средств диагностики

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

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

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

Литература

Основная

1. Журавлева, Г. А. Генная инженерия в биотехнологии (семинары): учеб. пособие / Г. А. Журавлева [и др.]. – СПб.: Эко-Вектор, 2017. – 135 с.
2. Структура и функционирование белков. Применение методов биоинформатики / Д. Дж. Ригден [и др.]; под ред. Д. Дж. Ригдена. – М.: Ленанд, 2014. – 424 с.
3. Леск, А. Введение в биоинформатику / А. Леск. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 318 с.
4. Попов, В. В. Геномика с молекулярно-генетическими основами / В. В. Попов. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 304 с.

Дополнительная

5. Глик, Б., Молекулярная биология. Принципы и применение: Пер. с англ. / Б. Глик, Дж. Пастернак // под ред. Н.К. Янковского. – М.: Мир. 2002. – 589 с.
6. 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.
7. Структура прокариотических геномов / С. А. Боринская, Н. К. Янковский // Молекулярная биология. – 1999. Т. 33. – № 6.
8. Компьютерный анализ последовательности ДНК / М. С. Гельфанд // Молекулярная биология. – 1998. – Т. 32. – С. 103 – 120.
9. Микрокосм генома / Е.Д. Свердлов // Молекулярная биология. – 1999. Т. 33. – № 6.
10. Шмид, Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия / Р. Шмид. – БИНОМ ТД, 2014. – 325 с.
11. 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.
12. 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.
13. Нефедов, Е. И. Современная биоинформатика / Е. И. Нефедов, Т. И. Субботина, А. А. Яшин. – Москва: Горячая линия - Телеком, 2005. – 272 с.

Интернет-ресурсы

1. Проект по геному человека: www.ornl.gov/hgmis/project/info.html
2. Филогения и биологическая вариативность: www.phylogeny.arizona.edu/tree3.
3. Список банков данных: www.ebi.ac.uk/biocat/
4. Список инструментов для анализа: www.ebi.ac.uk/tools/index.html, www.uniprot.org, www.expasy.org, www.ncbi.nlm.nih.gov.

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО

на 2020/2021 учебный год

№	Дополнения и изменения	Основание
1.	В основной список литературы включить 1. Юсипов, И.И. Алгоритмы биоинформатики: Учебное пособие / И.И. Юсипов, А.И. Калякулина, М.В. Иванченко. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2018. – 112 с. 2. Стефанов, В. Е. Биоинформатика: учебник для академического бакалавриата / В. Е. Стефанов, А. А. Тулуб, Г. Р. Мавропуло-Столяренко. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 252 с.	
2.	Из основного списка литературы перенести в дополнительный 1. Структура и функционирование белков. Применение методов биоинформатики / Д. Дж. Ригден [и др.]; под ред. Д. Дж. Ригдена. – М.: Ленанд, 2014. – 424 с. 2. Леск, А. Введение в биоинформатику / А. Леск. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. – 318 с. 3. Попов, В. В. Геномика с молекулярно-генетическими основами / В. В. Попов. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 304 с.	

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры общей и медицинской физики (протокол № 1 от 31.08.2020 года).

Заведующий кафедрой  Н.А. Савастенко, к. физ.- мат. наук, доцент

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета мониторинга окружающей среды  В.В. Жилко, к.х.н., доцент

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ УВО

на 2021/2022 учебный год

№	Дополнения и изменения	Основание
1.	В основной список литературы включить 1. Srinivasa K.. O. Statistical Modelling and Machine Learning Principles for Bioinformatics Techniques, Tools, and Applications / K. O. Srinivasa, G. M. Siddesh, S. R. Manisekhar. – Singapore : Springer, 2020. – 317 p. 2. Телесманич, Н. Р. Геномика и геномная инженерия: учебное пособие / Н. Р. Телесманич, О. Г. Саркисян, Т.Э. Харатян ; под ред. З. И. Микашинович ; ФГБОУ ВО РостГМУ Минздрава России, каф. общей и клинической биохимии №1. – Ростов н/Д: Изд-во РостГМУ, 2018. – 90 с.	
2.	Из основного списка литературы перенести в дополнительный 1. Стефанов, В. Е. Биоинформатика: учебник для академического бакалавриата / В. Е. Стефанов, А. А. Тулуб, Г. Р. Мавропуло-Столяренко. – М.: Издательство Юрайт, 2016. – 252 с.	

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры общей и медицинской физики (протокол № 1 от 30.08.2021 года).

Заведующий кафедрой  Н.А. Савастенко, к. физ.- мат. наук, доцент

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета мониторинга окружающей среды  В.В. Жилко, к.х.н., доцент