

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

«29» мая 2021 г.

Регистрационный № УД- 638-21 /уч.



КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМНАЯ БИОЛОГИЯ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности:

1-31 80 22 Медицинская физика

Профилизация Физические методы в медицине

2021 г.

Чмо Вера

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

СОСТАВИТЕЛИ:

М.Н. Петкевич, преподаватель кафедры общей и медицинской физики учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, заведующий отделом сопровождения лучевой терапии ГУ «Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии имени Н.Н. Александрова», магистр по медицинской физике;

Н.А. Савастенко, заведующий кафедрой общей и медицинской физики учреждения образования «Международный государственный экологический институт имени А.Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, кандидат физико-математических наук, доцент;

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;

Е.В. Емельяненко, магистр технических наук, инженер отдела сопровождения лучевой терапии ГУ «Республиканский научно-практический центр онкологии и медицинской радиологии имени Н.Н. Александрова»

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой общей и медицинской физики учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 9 от 22.04 2021);

Советом факультета мониторинга окружающей среды учреждения образования «Международный государственный экологический институт им. А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета (протокол № 9 от 24.05 2021)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Дисциплина «Компьютерная системная биология», являющаяся разделом модуля «Компьютерное моделирование» является одним из направлений современной биологии, позволяющим с использованием информационных технологий, методов компьютерного анализа и моделирования исследовать биологические процессы и явления на различных иерархических уровнях организации жизни: молекулярно-генетическом, геномном, клеточном, организменном, популяционно-генетическом. Важнейшая особенность системной компьютерной биологии – ее тесная связь с высокими технологиями современной биологии (геномикой, транскриптомикой, протеомикой, клеточной биологией, молекулярной физиологией). Компьютерная системная биология связана с такими дисциплинами как системная биология, информатика, базы данных, системный анализ и компьютерное моделирование.

Учебная программа «Компьютерная системная биология» входит в комплекс дисциплин для подготовки специалистов второй ступени в области медицинской физики, компетентных в научно-исследовательском, образовательном и медико-профилактическом видах деятельности.

Цель учебной дисциплины: формирование у студентов второй ступени обучения современных научных знаний и представлений о физико-технических, биофизических и физико-математических аспектах компьютерной системной биологии.

Задачи учебной дисциплины:

- обеспечение необходимого уровня знаний основ компьютерной системной биологии, необходимого для решения широкого круга научно-технических, диагностических и терапевтических задач в медицинской физике;
- изучение базовых принципов строения и функционирования клеток и клеточных структур;
- изучение современных методов и методологий структурной и системной биологии.

Студент должен владеть следующими компетенциями: быть способным к анализу сложных взаимодействий в биологических системах разного уровня, моделированию свойств динамических биосистем с применением компьютерных методов.

Изложение программного материала должно осуществляться на соответствующем математическом уровне, базироваться на знаниях по циклу естественнонаучных дисциплин (физика, математика, химия, биология), полученных студентами как в учреждениях, обеспечивающих получение общего и специального среднего образования, так и на знаниях, полученных ими в высших учебных заведениях на момент изучения соответствующего материала, быть строго научным, но доступным для

восприятия, основываться на результатах эксперимента и подтверждаться им.

Методика проведения всех видов учебных занятий должна быть подчинена основной задаче – подготовке специалистов к профессиональной деятельности.

В результате изучения дисциплины «Компьютерная системная биология», студент должен

знать:

- основные представления о строении и функционировании клеток и клеточных структур;
- физические и физико-химические основы клеточных процессов и методы их моделирования;
- основные физические явления, протекающие в клетках и методов их изучения;

уметь:

- выводить уравнения, характеризующие закономерности процессов трансформации энергии в биосистемах, описывающие кинетические процессы в клетках;
- рассчитывать физические характеристики клеток и клеточных структур;

– **владеть:**

- терминологией и методологиями структурной и системной биологии;
- базовыми принципами строения и функционирования клеток и клеточных структур;
- методами обработки результатов экспериментальных исследований;
- современными научными знаниями в областях, связанных с реализацией профессиональной деятельности.

В соответствии с учебным планом изучение дисциплины рассчитано на общее количество часов 108.

Для очной формы получения высшего образования аудиторное количество часов 42 (лекции – 14 ч, практические занятия – 28 ч).

Для заочной формы получения высшего образования аудиторное количество часов 10 (лекции – 4 ч, практические занятия – 6 ч).

Форма получения высшего образования – очная и заочная.

Форма текущей аттестации для очной формы обучения – экзамен в I семестре; для заочной формы обучения – экзамен во II семестре.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Тема 1. Компьютерная геномика

Регуляторные последовательности ДНК: описание в базах данных. Регуляторные последовательности ДНК: исследование компьютерными методами. Методы извлечения знаний и логического анализа регуляторных геномных последовательностей. Сайты формирования нуклосом ДНК эукариот: исследование компьютерными методами.

Тема 2. Компьютерная транскриптомика

Анализ микрочиповых данных по экспрессии генов методами самоорганизующихся карт Кохонена и главных компонент. Микро РН К: компьютерный анализ контекстной организации. Трансляция.

Тема 3. Компьютерная протеомика

Распознавание функциональных сайтов в пространственных структурах белков. Периодическая структура аминокислотных последовательностей белковых семейств. Предсказание внутриклеточной локализации белков на основе аминокислотных последовательностей. Предсказание изменения термодинамической стабильности белков при одиночных аминокислотных заменах. Анализ взаимосвязи «структура-активность*» в белковых семействах. Классификация локального пространственного окружения аминокислотных остатков по физико-химическим свойствам. Фолдинг и мисфолдинг белков: Исследование в рамках решеточной модели. Компьютерный анализ структурно-функциональных характеристик протеасомной деградации белков. Анализ и сравнение сложности протеомов на основе подсчета количества связей «домен – белок».

Тема 4. Генные сети: Описание в базах данных и моделирование

Понятие о генных сетях. База данных GeneNet. Создание информационно-экспериментальной базы для дизайна геносенсорных конструкций на основе генов прокариот. Архитектура, динамика и эволюция безмасштабных сетей. Методы моделирования динамики молекулярно-генетических систем.

Тема 5. Теория генных сетей

Модели гипотетических генных сетей. Модель авторепрессирующегося генетического элемента. Модели циклических генных сетей. Гипотетические генные сети с произвольными структурными графами. Проблемы моделирования процессов матричного синтеза. О связи между решениями дифференциальных уравнений с запаздывающим аргументом и бесконечномерных систем дифференциальных уравнений. О хаосе в генных сетях. Дискретные модели генных сетей.

Тема 6. Компьютерная биология развития

Процессы морфогенеза и подходы к их моделированию. Морфогенез животных: реконструкция в базах данных и моделирование. Морфогенез растений: реконструкция в базах данных и моделирование.

Тема 7. Компьютерная эволюционная биология

Координированные замены аминокислотных остатков в белках. Анализ режима адаптивной эволюции в белках вируса гепатита С. Филогенетический и структурный анализ семейства р53. Моделирование эволюции сообществ: программа «Эволюционный конструктор».

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

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Формы контроля знаний
		Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные занятия	Иное	
1	2	3	4	5	6	7
1	Компьютерная геномика	2	4		метод. пособие	самост. работа
2	Компьютерная транскриптомика	2	4		метод. пособие	самост. работа
3	Компьютерная протеомика	2	4		метод. пособие	контр. работа
4	Генные сети: Описание в базах данных и моделирование	2	4		метод. пособие	самост. работа
5	Теория генных сетей	2	4		метод. пособие	самост. работа
6	Компьютерная биология развития	2	4		метод. пособие	самост. работа
7	Компьютерная эволюционная биология	2	4		метод. пособие	самост. работа
ВСЕГО		14	28			

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА ДИСЦИПЛИНЫ
(заочная форма получения высшего образования)

Номер раздела, темы, занятия	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов				Формы контроля знаний
		Лекции	Практические (семинарские) занятия	Лабораторные занятия	Иное	
1	2	3	4	5	6	7
1	Компьютерная геномика	1	1		метод. пособие	самост. работа
2	Компьютерная транскриптомика	1	1		метод. пособие	самост. работа
3	Компьютерная протеомика		1		метод. пособие	контр. работа
4	Генные сети: Описание в базах данных и моделирование	1			метод. пособие	самост. работа
5	Теория генных сетей		1		метод. пособие	самост. работа
6	Компьютерная биология развития	1	1		метод. пособие	самост. работа
7	Компьютерная эволюционная биология		1		метод. пособие	самост. работа
ВСЕГО		4	6			

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

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).

Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов может быть направлена на изучение научных статей по проблемам системной компьютерной биологии, 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.

Иновационные 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.

ЛИТЕРАТУРА*Основная*

1. Eberhard, O. Voit. A first course in systems biology / O. Voit Eberhard. – New York : Garland Science, 2017. – 468 p.
2. Eberhard, O. Voit. Systems biology : A very short introduction / O. Voit Eberhard. – UK : Oxford university press, 2020. – 160 p.

Дополнительная

3. Allman, E. S. Mathematical models in biology an introduction / E. S. Allman, J. A. Rhodes. – Cambridge University Press, 2004. – 385 p.
4. Klipp, E. Systems Biology / E. Klipp, W. Liebermeister, C. Wierling, A. Kowald, H. Lehrach, and R. Herwig. – Wiley-VCH, Weinheim, 2009. – 592 p.
5. Meyers, A. R. Systems biology / A. R. Meyers. – Wiley-Blackwell, 2015. – 762 p.
6. Системная компьютерная биология / отв. ред. Н. А. Колчанов, В. А. Лихошвай, С. С. Гончаров, В. А. Иванисенко. – Новосибирск : СО РАН, 2008. – 769 с.

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)