МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского»

Институт информационных технологий, математики и механики

УТВЕРЖДЕНО
решением президиума ученого совета ННГУ
протокол от
«20» апреля 2021 г. № 1

Рабочая программа дисциплины
Введение в биоинформатику

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки
01.03.02 Прикладная математика и информатика

Направленность образовательной программы
Прикладная математика и информатика (общий профиль)

Квалификация
Бакалавр

Форма обучения
очная

Нижний Новгород
2018

1. Место и цели дисциплины в структуре ОПОП

№ варианта	Место дисциплины в учебном плане образовательной программы	Стандартный текст для автоматического заполнения в конструкторе РПД
1	Блок 1. Дисциплины (модули) вариативная часть	Дисциплина Б1.В.ДВ.04.05 «Введение в биоинформатику» относится к вариативной части ОПОП направления подготовки 01.03.02 Прикладная математика и информатика

Дисциплина Б1.В.ДВ.04.05 «Введение в биоинформатику» предназначена для студентов 3 курса бакалавриата (5 семестр), обучающихся по направлению подготовки «Прикладная математика и информатика» и включена в ОПОП ВО в составе вариативной части. Студенты к моменту освоения этой дисциплины ознакомлены с основными теоретическими понятиями и прикладными знаниями, полученными в рамках изучения дисциплин: «Линейное программирование», «Теория графов», а также обладают другими основополагающими знаниями (общее представление об ЭВМ, понятие алгоритма, способы описания алгоритмов, программа на языке высокого уровня, пропуск задачи на ЭВМ, отладка).

Предметом рассмотрения настоящего курса являются современные проблемы биоинформатики и вычислительно-математические методы и подходы к их решению.

Цель курса состоит в изучении математических, статистических и информатических основ геномики, протеомики и популяционной динамики живых систем.

Задачей дисциплины является теоретическое и практическое освоение следующих разделов биоинформатики:

- Вычислительная и алгоритмическая геномика;
- Вычислительная и алгоритмическая протеомика;
- Популяционная динамика живых систем.

Выполнение практических заданий по разработке алгоритмов и программ осуществляется в компьютерных классах ПЭВМ и на высокопроизводительном вычислительном кластере Нижегородского университета.

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК-1 способность собирать, обрабатывать и интерпретировать данные современных научных исследований, необходимые для формирования выводов по соответствующим научным исследованиям (базовый этап)	***ЗНАТЬ*** *З1(ПК1) базовые алгоритмы вычислительной математики для решения задач нелинейной динамики, условия их применимости.* ***УМЕТЬ*** *У1(ПК1) определять и профессионально реализовывать необходимые для решения прикладных задач нелинейной динамики вычислительные алгоритмы, анализировать полученные результаты.* ***ВЛАДЕТЬ*** *В1(ПК1) вычислительными методами нелинейной динамики.*
ПК-5 способность осуществлять целенаправленный поиск информации о новейших научных и технологических достижениях в информационно-	***УМЕТЬ*** *У1(ПК5) Осуществлять поисковые запросы в сети «Интернет» и проводить профессиональный анализ найденных источников в предметной области курса.* *У2(ПК5) Находить и анализировать информацию в учебно-методической литературе и монографиях по предметной области курса.* ***ВЛАДЕТЬ*** *В1(ПК5) Техникой поиска и анализа источников в предметной области в сети*

телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет") и в других источниках (базовый этап)	*«Интернет»*

3. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Объем дисциплины составляет 2 зачетные единицы, всего 72 часа, из которых **33** часа составляет **контактная работа** обучающегося с преподавателем:

16 часов занятия лекционного типа,

16 часов практические занятия,

1 час мероприятия промежуточной аттестации,

39 часов самостоятельная работа.

Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины, форма промежуточной аттестации по дисциплине	**Всего (часы)**	в том числе				
		контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них				**Самостоятельная работа студента часы**
		Занятия лекционного типа	**Занятия семинарского типа**	**Лабораторные работы**	**Всего контактных часов**	
Биоинформатика: определение, цели и задачи.	**12**	2	2		**4**	**8**
Подходы и области применения биоинформатики. Биологические базы данных.	**14**	3	3		**6**	**8**
Общая характеристика живой клетки: типы биомолекул, основные компоненты, функции.	**14**	3	3		**6**	**8**
Компьютерные инструменты анализа биомолекул.	**16**	4	4		**8**	**8**
Молекулярная эволюция: вычислительные подходы	**15**	4	4		**8**	**7**
В т.ч. текущий контроль	**2**					
Промежуточная аттестация - Зачет.						

4. Образовательные технологии

В процессе изучения дисциплины используются образовательные технологии в форме лекций, при выполнении практических заданий, при самостоятельной работе и подготовке к зачету студенты имеют доступ к материалам курса, размещенным по адресу:

1. Лаптева Т.В., Иванченко М.В. Математические модели генной регуляции: Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородскй госуниверситет, 2017. 24 с. Рег. № 1646.17.06 http://www.unn.ru/books/met_files/LI.pd

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

a. Виды самостоятельной работы студентов

- проработка теоретического материала лекционных занятий;
- подготовка к практическим занятиям;

- подготовка к промежуточной аттестации.

Проработка теоретического материала лекционных занятий

Выполняется самостоятельно обучающимся с использованием материалов лекций и рекомендованной основной и дополнительной литературы. Контроль проводится в часы контроля самостоятельной работы студентов.

Подготовка к практическим занятиям

Выполняется самостоятельно обучающимся с использованием лекционных материалов. Контроль выполняется на практических занятиях.

Подготовка к промежуточной аттестации

Фактором успешного прохождения промежуточной аттестации является систематическая работа студента в течение всего периода изучения дисциплины. В этом случае подготовка к зачету будет концентрированной систематизацией всех полученных знаний, умений и навыков.

В качестве методических материалов при подготовке к зачету рекомендуется использовать собственные конспекты лекций и рекомендованную основную и дополнительную литературу.

b. Образовательные материалы для самостоятельной работы студентов

1. Курс «Алгоритмы биоинформатики» Н.И.Вяххи: https://www.lektorium.tv/course/22933
2. Гергель В.П. Высокопроизводительные вычисления для многоядерных многопроцессорных систем. Учебное пособие – Нижний Новгород; Изд-во ННГУ им. Н.И.Лобачевского, 2010. (47 экз)

3. **Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине**, включающий:

6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования

Оценка уровня формирования компетенции ПК- 1

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)	Шкала оценивания
ЗНАТЬ *З1(ПК1) теорию информации как фундаментальную научную основу информационных технологий, способы оценки количества информации и особенности их применения к количественной оценке разных видов информации, способы передачи, приёма, обработки, анализа и хранения информации (ПК1)* ***УМЕТЬ*** *У1(ПК1) разрабатывать, создавать, эксплуатировать, поддерживать и развивать информационные системы*	Отсутствие знаний материала, отсутствует способность решения стандартных задач, полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией.	Плохой уровень формирования компетенции. «Плохо»
	Наличие грубых ошибок в основном материале, наличие грубых ошибок при решении стандартных задач, отсутствие навыков, предусмотренных данной компетенцией	Неудовлетворительный уровень формирования компетенции. «неудовлетворительно»
	Знать некоторые основные понятия и свойства изучаемых алгоритмов и задач биоинформатики. **Уметь** У1 с	Удовлетворительный уровень формирования компетенции. «Удовлетворительно»

разных уровней на основе компьютерных технологий ***ВЛАДЕТЬ*** *В1(ПК1) методами защиты информации, соблюдать основные требования информационной безопасности.*	погрешностями. **Владеть** некоторыми основными навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях.	
	Знать большинство основных понятий и свойств изучаемых алгоритмов и задач биоинформатики. **Уметь** У1 с незначительными погрешностями. **Владеть** основными навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях	Хороший уровень формирования компетенции. «Хорошо»
	Знать понятия и свойства изучаемых алгоритмов и задач биоинформатики. **Уметь** У1 с незначительными погрешностями. **Владеть** всеми основными навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях	Очень хороший уровень формирования компетенции «Очень хорошо»
	Знать основные методы и алгоритмы, предусмотренные компетенцией без ошибок и погрешностей. **Уметь** У1 в полном объеме. **Владеть** всеми навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях.	Отличный уровень формирования компетенции «Отлично»
	Знать основной и дополнительный материал без ошибок и погрешностей. **Уметь** У1 в полном объеме. Свободно **Владеть** всеми навыками, демонстрируя их в стандартных и нестандартных ситуациях.	Превосходный уровень формирования компетенции «Превосходно»

Оценка уровня формирования компетенции ПК- 5

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)	Шкала оценивания
УМЕТЬ *У1(ПК5) Осуществлять поисковые запросы в сети «Интернет» и проводить профессиональный анализ найденных источников в предметной области курса.* *У2(ПК5) Находить и анализировать информацию в учебно-методической литературе и монографиях по предметной области курса.* ***ВЛАДЕТЬ*** *В1(ПК5) Техникой поиска и анализа источников в предметной области в сети «Интернет»*	Отсутствие способностей осуществлять поисковые запросы в сети «Интернет» и проводить профессиональный анализ найденных источников в предметной области курса, находить и анализировать информацию в учебно-методической литературе и монографиях по предметной области курса, а также полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией.	Плохой уровень формирования компетенции. «Плохо»
	Отсутствие способностей осуществлять поисковые запросы в сети «Интернет» и проводить профессиональный анализ найденных источников в предметной области курса, находить и анализировать информацию в учебно-методической литературе и монографиях по предметной	Неудовлетворительный уровень формирования компетенции. «неудовлетворительно»

	области курса, а также отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией.	
	Уметь У1, У2 с погрешностями. **Владеть** некоторыми основными навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях.	Удовлетворительный уровень формирования компетенции. «Удовлетворительно»
	Уметь У1, У2 с незначительными погрешностями. **Владеть** основными навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях	Хороший уровень формирования компетенции. «Хорошо»
	Уметь У1, У2 с незначительными погрешностями. **Владеть** всеми основными навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях	Очень хороший уровень формирования компетенции «Очень хорошо»
	Уметь У1, У2 в полном объеме. **Владеть** всеми навыками, демонстрируя их в стандартных ситуациях.	Отличный уровень формирования компетенции «Отлично»
	Уметь У1, У2 в полном объеме. Свободно **Владеть** всеми навыками, демонстрируя их в стандартных и нестандартных ситуациях.	Превосходный уровень формирования компетенции «Превосходно»

Карта компетенций для оценивания умений и навыков

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания (дескрипторы)						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
Умения У1(ПК1), У1(ПК5), У2(ПК5)	отсутствует способность решения стандартных задач	наличие грубых ошибок при решении стандартных задач	способность решения основных стандартных задач с негрубыми ошибками	способность решения всех стандартных задач с незначительными погрешностями	способность решения всех стандартных задач без ошибок и погрешностей	Способность решения стандартных и некоторых нестандартных задач	способность решения стандартных задач и широкого круга нестандартных задач
Навыки В1(ПК1), В1(ПК5)	полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией	отсутствие ряда важнейших навыков, предусмотренных данной компетенцией	наличие минимально необходимого множества навыков	наличие большинства основных навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	наличие всех основных навыков, продемонстрированных в стандартных ситуациях	наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	Наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных и нестандартных ситуациях

Личностные качества	соответству ющие личностные качетсва не сформированы	сформированность личностных качеств недостаточный для достижения основных целей обучения	сформированность личностных качеств минимально необходимая для достижения основных целей обучения	личностные качества в целом сформированы	сформированные личностные качества достаточны для достижения целей обучения	Личностные качества сформированы на высоком уровне	Сформированность личностных качеств выше обязательных требований
Общеобразовательные компетенции	полное отсутствие навыков, предусмотренных компетенцией	отсутствие ряда важнейших навыков, предусмотренных данной компетенцией	наличие минимально необходимого множества навыков	наличие большинства основных навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	наличие всех основных навыков, продемонстрированных в стандартных ситуациях	наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных ситуациях	Наличие всех навыков, продемонстрированное в стандартных и нестандартных ситуациях

6.2. Описание шкал оценивания

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в виде зачета.

Зачет принимается в виде собеседования по теоретическим вопросам к зачету (представленным в п.6.3.), с учетом результатов выполненных практических заданий. Если по ним студент имеет задолженности, то на зачете он должен выполнить предложенные преподавателем практические задания, тип которых соответствует форме его задолженности.

Для оценивания результатов учебной деятельности студентов при изучении дисциплины «Введение в биоинформатику» используется балльная система оценки учебной работы студентов. По результатам итоговой аттестации проставляются оценки «Зачтено» (соответствует уровням оценки компетенций «удовлетворительно» и выше) и «Не зачтено» (соответствует уровням оценки компетенций «плохо» и «неудовлетворительно»).

Индикаторы компетенции	**ОЦЕНКИ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИЙ**						
	плохо	**неудовлетворительно**	**удовлетворительно**	**хорошо**	**очень хорошо**	**отлично**	**превосходно**
	Не зачтено		**Зачтено**				

Полнота знаний	Отсутствие знаний теоретическогоматериала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибки.	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
Наличие умений	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки.	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания но не в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи . Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продемонстрированы все основные умения,решены все основные задачи с отдельными несущественнымнедочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продемонстрированы все основные умения,. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном Объеме без недочетов
Наличие навыков **(владение опытом)**	Отсутствие владения материалом. Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки. Имели место грубые ошибки.	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

Мотивация(личностное отношение)	Полное отсутствие учебной активности и мотивации	Учебная активность и мотивация слабо выражены, готовность решать поставленные задачи качественно отсутствуют	Учебная активность и мотивация низкие, слабо выражены, стремление решать задачи качественно	Учебная активность и мотивация проявляются на среднем уровне, демонстрируется готовность выполнять поставленные задачи на среднем уровне качества	Учебная активность и мотивация проявляются на уровне выше среднего, демонстрируется готовность выполнять большинство поставленных задач на высоком уровне качества	Учебная активность и мотивация проявляются на высоком уровне, демонстрируется готовность выполнять все поставленные задачи на высоком уровне качества	Учебная активность и мотивация проявляются на очень высоком уровне, демонстрируется готовность выполнять нестандартные дополнительные задачи на высоком уровне качества
Характеристика сформированности компетенции	Компетенция в не сформирована. отсутствуют знания, умения, навыки, необходимые для решения практических (профессиональных) задач. Требуется повторное обучение	Компетенция в полной мере не сформирована. Имеющихся знаний, умений, навыков недостаточно для решения практических (профессиональных) задач. Требуется повторное обучение	Сформированность компетенции соответствует минимальным требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по большинству практических задач.	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям, но есть недочеты. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения практических (профессиональных) задач, но требуется дополнительная практика по некоторым профессиональным задачам.	Сформированность компетенции в целом соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в целом достаточно для решения стандартных практических (профессиональных) задач.	Сформированность компетенции полностью соответствует требованиям. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для решения сложных практических (профессиональных) задач.	Сформированность компетенции превышает стандартные требования. Имеющихся знаний, умений, навыков и мотивации в полной мере достаточно для применения творческого подхода к решению сложных практических (профессиональных) задач.

Уровень сформированности компетенций	Нулевой	Низкий	Ниже среднего	Средний	Выше среднего	Высокий	Очень высокий
Баллы, %	0-30	31-50	51-70	71-85	86-90	91-98	99-100

6.3. Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю), характеризующих этапы формирования компетенций

Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:

- устные и письменные ответы на вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:

- практические задания.

Критерии оценивания на зачете

Оценка	**Уровень подготовки**
Зачтено	Полностью выполнены практические задания, даны не менее 3 правильных ответов на 5 теоретических вопросов. При наличии задолженностей выполнены дополнительные практические задания без грубых ошибок.
Не зачтено	Наличие задолженностей по практическим заданиям, выполнение дополнительных практических заданий с грубыми ошибками, менее 3 правильных ответов на 5 теоретических вопросов.

Критерии оценок за выполнение практического задания

(каждое задание оценивается в 1 балл)

Практическое задание выполнено в полном объеме, отчет правильно и аккуратно оформлен	1	Превосходно	Зачтено
		Отлично	
Практическое задание выполнен в полном объеме, но отчет не аккуратно оформлен	0,75	Очень хорошо	
		Хорошо	
Практическое задание выполнено в полном объеме, но не достаточно самостоятельно, отчет оформлен	0,5	Удовлетворительно	
Практическое задание не выполнено	0	Неудовлетворительно	Не зачтено
		Плохо	

6.4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций и (или) для итогового контроля сформированности компетенции.

Список контрольных вопросов для зачета для оценивания результатов обучения в виде знаний З1(ПК-1) формирования ПК-1:

1. Дайте определение биоинформатики. Цели и задачи биоинформатики. Приведите пример подходов и областей применения.
2. Какова общая характеристика живой клетки. Какие типы биомолекул присутствуют в клетке. Перечислите основные компоненты клетки.
3. Опишите строение белков и основные свойства белков.
3.1. Какова физико-химическая характеристика аминокислот.
3.2. Дайте определение следующем понятиям - первичная, вторичная и четвертичная структура. Приведите примеры разнообразия белков.
4. Какие компьютерные инструменты анализа свойств белков Вы знаете.
4.1. Перечислите форматы записи первичной структуры белков.
4.2. Приведите примеры баз данных белков.
4.2.1. Перечислите основы структур баз данных (записи, поля, объекты), классификации баз по способу заполнения (автоматические, архивные, курируемые). Дайте характеристику основных баз данных: GenBank, EMBL, SwissProt, TrEMBL, PIR, PDB.
4.2.2. Приведите пример баз данных, содержащие результаты глобальных экспериментов по анализу экспрессии, протеомике, и т.п.
4.3. Какие программы расчета физико-химических свойств белков Вы знаете.
5. Домены: строение и свойства.
5.1. Перечислите основные требования к банкам данных белковых семейств (SCOP, Prosite, ProDom, PFAM, InterPro).
6. Пространственная структура белков – методы и программные средства для анализа.
6.1. Методы получения трехмерных структур белков.
6.2. Инструменты визуализации 3D структур белков.
6.3. Дайте основные характеристики базы данных 3D структур белков PDB.
7. Перечислите основные функции белков.
7.1. Как происходит аннотирование функций в базах данных.
7.2. База данных GO (Gene Ontology).
8. Сравнение последовательностей.
8.1. Выравнивание двух последовательностей.
8.2. Глобальное и локальное выравнивание, вес выравнивания, матрицы аминокислотных замен.
8.3. Дот-матрицы.
8.4. Глобальное выравнивание: алгоритм Нидельмана-Вунша.
8.5. Локальное выравнивание: алгоритм Смита-Ватермана.
8.6. Другие алгоритмы локального выравнивания.
8.7. Статистическая значимость выравниваний и ее зависимость от вероятностной модели последовательности (в т.ч. сегменты малой сложности)
8.8. Зависимость выравнивания от параметров.
8.9. Множественное выравнивание.
8.10. Динамическое программирование.
8.11. Последовательное выравнивание (Clustal).
9. Поиск по сходству в базах данных.
9.1. Алгоритм Smith-Waterman.
9.2. Алгоритм BLAST.
9.3. Алгоритм FASTA.
9.4. Статистическая оценка значимости (E-value, P-value).
9.5. Марковские модели (HMM, Hidden Markov models).
9.6. Позиция-специфичные матрицы расчета (Position-specific scoring matrices, PSSM). Паттерны, Sequence logos, Psi-BLAST.

10. Анализ структурных особенностей белков.
10.1. Моделирование белков.
10.2. Предсказание структур белков разных уровней организации.
10.3. Программное обеспечение для компьютерного анализа структур белков.
11. Белок-белковые взаимодействия.
11.1. Базы данных белок-белковых взаимодействий (IntAct, BIND).
11.2. Программы анализа белковых комплексов.
11.3. Компьютерный расчет областей белок-белкового контакта.
11.4. Компьютерный расчет поверхности белка, доступной для растворителя.
12. Нуклеиновые кислоты. Строение и свойства. Структура ДНК.
12.1. Генетический код и его свойства.
12.2. Базы данных нуклеотидных последовательностей (TrEMBL, EMBL).
12.3. Репликация ДНК и биосинтез белка.
12.4. Компьютерное предсказание белков на основе данных о нуклеотидной последовательности.
12.5. РНК. Транскриптомика.
13. Молекулярная эволюция.
13.1. Эволюция молекул и организмов.
13.2. Ортологи и паралоги.
13.4. Горизонтальный перенос.
13.5. Деревья видов и деревья генов.
13.6. Филогенетическое дерево как математический объект.
13.7. Модели эволюции.
13.8. Алгоритмы построения филогенетических деревьев.
13.9. Матрица расстояний.
13.10. Методы, основанные на матрице расстояний (UPGMA, neighbour-joining, minimal evolution, топологические инварианты и др.).
13.11. Методы максимальной экономии и максимального правдоподобия.
13.12. Поиск оптимального дерева. Бутстреп-анализ.
14. Вычислительная геномика.
15. Метаболические пути.
15.1. Реконструкция метаболических путей.
15.2. Карты метаболических путей.

Перечень тем практических заданий для оценивания результатов обучения в виде умений и владений У1(ПК-1), В1(ПК-1), У1(ПК-5), В1(ПК-5) формирования компетенций ПК-1, ПК-5.

1. Биоинформатика, определение и задачи. Мультидисциплинарность, фундаментальные и прикладные аспекты.
2. Мишени новых лекарств: поиск и валидация.
3. Парное выравнивание последовательностей. Алгоритмы Смита-Уотермана и Нидлмана-Вунша (локальное и глобальное выравнивание). Матрицы замен.
4. Структурная организация белка, база данных PDB.
5. Теория распознавания образов, применение в биоинформатике. Обучение с учителем.
6. Множественное выравнивание последовательностей. Матрицы замен.
7. Предсказание вторичной структуры РНК и ДНК.
8. Анализ филогений нуклеотидных и аминокислотных последовательностей, методы построения филогенетических деревьев. Понятия SNP и SAP.
9. Алгоритм BLAST. Модификации и области применения.
10. Первичная аннотация геномов. Поиск кодирующих фрагментов.
11. Предсказание пространственной структуры белка.

12. Методы сравнительной геномики, предсказание функций и регуляции генов.
13. Молекулярный докинг. Принципы и области применения.
14. Протеомные технологии. Принципы, области применения возможности и перспективы.
15. Понятие марковского процесса. Марковская цепь. Применение в биоинформатике.
16. Построение пространственных моделей белков и низкомолекулярных соединений.
17. Масс-спектрометрия. Принципы работы, типы масс-спектрометров. Идентификация пептидов и белков.
18. Динамическое программирование. Применение в задачах выравнивания последовательностей.
19. Структурно-функциональные мотивы как молекулярная основа сходства и различия белков
20. Базы данных нуклеотидных и аминокислотных последовательностей. Форматы представления данных.
22. Проект "Геном человека".
23. Компьютерное конструирование лекарств на основе структуры белка-мишени.
24. Компьютерное конструирование лекарств на основе структуры лигандов. База данных PubChem.
27. Белок-белковые взаимодействия, способы регистрации.
28. Регуляция экспрессии генов в прокариотах и эукариотов.

6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания.

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. №55-ОД,

Положение о фонде оценочных средств, утвержденное приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 №247-ОД.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) основная литература:

1. Лаптева Т.В., Иванченко М.В. Математические модели генной регуляции: Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородскй госуниверситет, 2017. 24 с. Рег. № 1646.17.06 http://www.unn.ru/books/met_files/LI.pd

2. Порозов, Ю.Б. Биоинформатика [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие — Электрон. дан. — Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2012. — 52 с. — Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/43567

3. Асанов, М.О. Дискретная математика: графы, матроиды, алгоритмы. [Электронный ресурс] / М.О. Асанов, В.А. Баранский, В.В. Расин. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2010. — 368 с. —
Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/536?category_pk=914#authors

б) дополнительная литература:

1. Гергель В.П. Высокопроизводительные вычисления для многоядерных многопроцессорных систем. М.,2010. (47 экз)

в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы

1. Курс «Алгоритмы биоинформатики» Н.И.Вяххи: https://www.lektorium.tv/course/22933
2. http://www.fbb.msu.ru/ - факультет биоинженерии и биоинформатики МГУ

3. http://bioinf.spbau.ru/about - лаборатория Алгоритмической биологии, Санкт-Петербургский академический университет РАН.
4. http://www.bionet.nsc.ru/kib/?page_id=28 - кафедра информационной биологии, НГУ
5. http://biodynamics.ucsd.edu/ - лаборатория Биодинамики Университета Калифорнии в Сан Диего.
6. http://bioinformatics.ru/ - российский портал по биоинформатике
7. Библиотека масс-спектров для идентификации белков, алгоритм X!Tandem (The GPM) http://www.thegpm.org/TANDEM/instructions.html (в свободном доступе)
8. Программа DAVID (The Database for Annotation, Visualization and Integrated Discovery) (в свободном доступе)
9. Платформа Cytoscape (в свободном доступе)

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ. Наличие рекомендованной литературы.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 01.03.02 «Прикладная математика и информатика»

Автор:
в.н.с., проф. каф. прикладной
математики, д.ф.-м.н. _____ Иванченко М.В.

Рецензент: _____

Программа одобрена на заседании методической комиссии института информационных технологий, математики и механики
от 24.02.2021 года, протокол № 5.