Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования «Новосибирский национальный исследовательский
государственный университет» (Новосибирский государственный университет, НГУ)

ФАКУЛЬТЕТ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

Согласовано

Декан ФЕН

Резников В.А.

_____ *подпись*

«___» _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ВВЕДЕНИЕ В ИНФОРМАЦИОННУЮ БИОЛОГИЮ

направление подготовки: 06.03.01 БИОЛОГИЯ

направленность (профиль): Информационная биология

Форма обучения: очная

Разработчики:

к.б.н., доцент Лашин С.А. _____

д.б.н., доцент Фурман Д.П. _____

к.б.н., доцент Афонников Д.А. _____

к.б.н., ассистент Землянская Е.В. _____

ассистент Бухарина Т.А. _____

Зав. каф. Информационной биологии
академик РАН, Колчанов Н.А. _____

Руководитель программы:

д.б.н., проф. Шестопалова Л.В. _____

Новосибирск, 2020

Содержание

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.....	3
2. Место дисциплины в структуре образовательной программы	6
3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося	7
4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....	7
5. Перечень учебной литературы	9
6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся..	9
7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины	9
8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине	9
9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	10
10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине.....	10
Приложение 1 Аннотация по дисциплине	
Приложение 2 Оценочные средства по дисциплине	

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
	знать	уметь	владеть
ОПК-1 Способность решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности	- основополагающие концепции биоинформатики и круг основных задач, которые решаются в рамках биоинформатики; способы получения, организации и анализа данных	- использовать доступные компьютерные и информационно-коммуникационные технологии для представления результатов своего исследования в письменной, устной и интерактивной формах	
ОПК-3 Способность понимать базовые представления о разнообразии биологических объектов, значение биоразнообразия для устойчивости биосферы, способностью использовать методы наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования биологических объектов	- фундаментальные положения биологической организации на популяционно-видовом уровне		- современными взглядами на теорию молекулярной эволюции, некоторыми моделями происхождения жизни, методами изучения эволюции макромолекул, некоторыми проблемами молекулярной коэволюции

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
	знать	уметь	владеть
ОПК-7 Способность применять базовые представления об основных закономерностях и современных достижениях генетики и селекции, о геномике, протеомике	- методы, которыми оперирует биоинформатика		- представлением о предмете информационной биологии.
ОПК-11 Способность применять современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	- о возможностях современных биоинформатических методов, т.к. высокопроизводительные геномные технологии и т.п., - о возможностях математического и компьютерного моделирования биологических систем		- представлениями о методах генной, белковой и клеточной инженерии

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
	знать	уметь	владеть
ОПК-14 Способность и готовностью вести дискуссию по социально-значимым проблемам биологии и экологии		- использовать теоретические основы для ведения разных форм дискуссий	- представлением о применении современных методов биоинформатики для популяционных и экологических исследований
ПК-2 Способность применять на практике приемы составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок, излагать и критически анализировать получаемую информацию и представлять результаты полевых и лабораторных биологических исследований		- анализировать научные данные, результаты экспериментов и наблюдений	- представлением о приложении методов информационной биологии, в том числе, теоретического анализа и компьютерного моделирования, к решению фундаментальных и прикладных проблем молекулярной биологии, молекулярной генетики, клеточной биологии, физиологии, биофизики, общей биологии, биомедицины, фармакологии, экологии и задач, возникающих на стыке этих наук с математикой, информатикой и физикой

Результаты освоения образовательной программы (компетенции)	В результате изучения дисциплины обучающиеся должны:		
	знать	уметь	владеть
ПК-4 Способность применять современные методы обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биологической информации, правила составления научно-технических проектов и отчетов	- основные математические методы, используемые для обработки биологической информации		- представлением о таких методах современной информационной биологии как анализ изображений в медицине и сельском хозяйстве, высокопроизводительное фенотипирование и т.п.
ПК-8 Способность использовать основные технические средства поиска научно-биологической информации, универсальные пакеты прикладных компьютерных программ, создавать базы экспериментальных биологических данных, работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях	- компьютерные программы, позволяющие проводить реконструкцию генных сетей и осуществлять их анализ	- использовать основные подходы и методы биоинформатики для решения конкретных научно-исследовательских задач	- навыками создания базы экспериментальных биологических данных, работы с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплины (практики), изучение которых необходимо для освоения дисциплины

Введение в информационную биологию:

- Введение в биологию;
- Физическая химия;
- Математический анализ;
- Высшая алгебра.

Дисциплины (практики), для изучения которых необходимо для освоения дисциплины

Введение в информационную биологию:

- Биотехнология;
- Физиологическая генетика и генетика эндокринных функций;
- Биоинформатика и функциональная геномика;
- Эпигенетическая регуляция экспрессии генов эукариот;
- Информационные технологии и языки программирования I, II;
- Организация и функционирование молекулярно-генетических систем I, II, III, IV;
- Структурная компьютерная биология: биоинформатика структур макромолекул; при подготовке дипломной работы.

3. Трудоемкость дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося

Трудоемкость дисциплины – 2 з.е. (72 ч)

Форма промежуточной аттестации: 2 семестр – дифференцированный зачет

№	Вид деятельности	Семестр
		2
1	Лекции, ч	39
2	Практические занятия, ч	
3	Лабораторные занятия, ч	
4	Занятия в контактной форме, ч., из них	49
5	из них аудиторных занятий, ч	39
6	в электронной форме, ч	
7	консультаций, час.	8
8	промежуточная аттестация, ч	2
9	Самостоятельная работа, час.	
10	Всего, ч	23

4. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

2 семестр
Лекции (39 ч)

Наименование темы и их содержание	Объем, час
Раздел 1 Введение в предмет информационной биологии	
1. Введение в предмет информационной биологии. Типы биологической информации. Многообразие экспериментальных подходов и роль биоинформатики и анализа данных	2
Раздел 2 Получение и анализ геномных данных	
1. Секвенирование ДНК. Последовательность ДНК. Принцип комплементарности азотистых оснований. Структура гена. Синтез ДНК. Разновидности мечения ДНК. Классические методы секвенирования ДНК. Принцип секвенирования по Максаму-Гилберту. Секвенирование по Сэнгеру. Производительность и точность различных систем секвенирования. Биоинформатический анализ нуклеотидных последовательностей и его применение в биологии и медицине.	2
2. Высокпроизводительные геномные технологии. Микрочиповые технологии. Методы секвенирования второго поколения.	2

Биоинформатический анализ полногеномных данных. Основные характеристики платформ для выполнения полногеномных исследований. Секвенирование третьего поколения. Геномные технологии в сельском хозяйстве и медицине.	
3. Мета-анализ полногеномных данных. Интеграция данных различных исследований для получения новых знаний. Базы данных полногеномных экспериментов: тематические базы данных, интегрированные базы данных, базы данных с расширенным функционалом. Примеры задач, решаемых с использованием мета-анализа.	2
Раздел 3. Эволюция генома и эволюционная биоинформатика	
1. Эволюция генома и эволюционная биоинформатика. Сравнение геномных последовательностей, гомология. Выравнивание нуклеотидных и аминокислотных последовательностей. Эволюционное расстояние. Филогенетические деревья. Исследование белковых семейств. Гомологи, ортологи, паралоги и псевдогены. Закономерности эволюции последовательностей геномной ДНК. Режимы отбора.	3
Раздел 4. Компьютерная протеомика, моделирование и анализ эволюции белков. Новая фармакология.	
1. Иерархия структуры белков: первичная, вторичная, третичная. Белковые комплексы. Процесс сворачивания полипептидной цепи. Особенности эволюции белков.	2
2. Предсказание белковой структуры.	2
Раздел 5. Биологические сети.	
1. Сетевой принцип организации молекулярно-генетических систем, генные сети, метаболические пути и пути передачи сигналов	2
2. Сети коэкспрессии генов. Базы данных KEGG и Ecosys. Трофические сети в сообществах и экологические сети.	2
Раздел 6. Математическое и компьютерное моделирование биологических систем.	
1. Функционирование живых систем на различных иерархических уровнях организации. Регрессионный и механистический подходы. Модели ферментативной кинетики. Модели генетической регуляции. Балансовые модели.	2
2. Модели популяционной динамики и генетики популяций. Экологическое моделирование.	2
Раздел 7. Большие данные, машинное обучение и искусственный интеллект	
1. Большие данные в омиксных технологиях.	2
2. Статистический анализ, нейронные сети и машинное обучение.	2
Раздел 8. Решение прикладных задач биологии с помощью методов биоинформатики и системной биологии	
1. Биотехнология и биоинженерия. Медицинская биология и персонализированная медицина.	2
2. Анализ изображений в медицине и сельском хозяйстве. Высокопроизводительное фенотипирование. Автоматизация сельского хозяйства.	2
Раздел 9. Популяционные исследования.	
1. GWAS-исследования. Исследование микробиома человека.	2
2. Медицинская статистика.	2

Самостоятельная работа студентов (23 ч)

Перечень занятий на СРС	Объем, час
Подготовка к контрольной работе	15
Подготовка к дифференцированному зачету	8

5. Перечень учебной литературы

5.1 Основная литература

1. Дурбин Р., Эдди Ш., Крэг А., Митчисон Г. Анализ биологических последовательностей // РХД, 2006 г., 480 стр.
2. Игнасимуту С., Основы биоинформатики. // М.-Ижевск: НИЦ "Регуляторная и хаотическая динамика", Институт компьютерных исследований, 2007. 320 стр.
3. Леск А. Введение в биоинформатику // М.: Бином. Лаб. знаний, 2009, 318 стр.
4. Ребриков Д.В., Коростин Д.О., Шубина Е.С., Ильинский В.В. NGS: высокопроизводительное секвенирование // М.: Бином. Лаб. знаний, 2015, 232 стр.

5.2 Дополнительная литература

4. Gene Regulation and Metabolism. Postgenomic Computational Approaches. Ed. By J. Collado-Vides and R. Hofestadt, A Bradford Book, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, England, 2002
5. Родин С.Н. Идея коэволюции. Новосибирск, «Наука», 1991

6. Перечень учебно-методических материалов по самостоятельной работе обучающихся

6. Колчанов Н.А., Лашин С.А. Электронно-лекционный курс «Введение в информационную биологию» на сайте кафедры информационной биологии http://kib.nsu.ru/?page_id=2837

7. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

Освоение дисциплины используются следующие ресурсы:

- электронная информационно-образовательная среда НГУ (ЭИОС);
- образовательные интернет-порталы;
- информационно-телекоммуникационная сеть Интернет.

Взаимодействие обучающегося с преподавателем (синхронное и (или) асинхронное) осуществляется через личный кабинет студента в ЭИОС, электронную почту.

7.1 Современные профессиональные базы данных:

Не используются

7.2. Информационные справочные системы

Не используются

8. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.1 Перечень программного обеспечения

Windows и MicrosoftOffice

8.2 Информационные справочные системы

Не используются

9. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Для реализации дисциплины **Введение в информационную биологию** используются специальные помещения:

1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной и итоговой аттестации;

2. Помещения для самостоятельной работы обучающихся;

Учебные аудитории укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду НГУ.

Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется согласно «Порядку организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья в Новосибирском государственном университете».

10. Оценочные средства для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Перечень результатов обучения по дисциплине История и индикаторов их достижения представлен в виде знаний, умений и владений в разделе 1.

10.1 Порядок проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине

Текущий контроль успеваемости:

Формой текущего контроля при прохождении дисциплины «**Введение в информационную биологию**» является контроль посещаемости лекционных занятий и результат контрольной работы.

Промежуточная аттестация:

Рубежным контролем по дисциплине «**Введение в информационную биологию**» является дифференцированный зачет. Для того чтобы быть допущенным к дифференцированному зачету, студент должен выполнить следующее условие набрать общий балл по всем видам учебной деятельности не менее 60% от максимального (см. Приложение 2).

Описание критериев и шкал оценивания индикаторов достижения результатов обучения по дисциплине Введение в информационную биологию

Таблица 10.1

Код компетенции	Результат обучения по дисциплине	Оценочное средство
ОПК-1	Знание основополагающих концепции биоинформатики и круга основных задач, которые	Письменная контрольная (тестовая) работа

	решаются в рамках биоинформатики; способов получения, организации и анализа данных	Дифференцированный зачет
	Умение использовать доступные компьютерные и информационно-коммуникационные технологии для представления результатов своего исследования в письменной, устной и интерактивной формах	Письменная контрольная (тестовая) работа Дифференцированный зачет
ОПК-3	Знание фундаментальных положений биологической организации на популяционно-видовом уровне	Письменная контрольная (тестовая) работа Дифференцированный зачет
	Владение современными взглядами на теорию молекулярной эволюции, некоторыми моделями происхождения жизни, методами изучения эволюции макромолекул, некоторыми проблемами молекулярной коэволюции	Письменная контрольная (тестовая) работа Дифференцированный зачет
ОПК-7	Знание методов, которыми оперирует биоинформатика.	Письменная контрольная (тестовая) работа Дифференцированный зачет
	Владение представлением о предмете информационной биологии	Дифференцированный зачет
ОПК-11	Знание возможностей современных биоинформатических методов, т.к. высокопроизводительные геномные технологии и т.п.	Дифференцированный зачет
	Знание возможностей математического и компьютерного моделирования биологических систем	Дифференцированный зачет
	Владение представлениями о методах геномной, белковой и клеточной инженерии	Письменная контрольная (тестовая) работа Дифференцированный зачет
ОПК-14	Умение использовать теоретические основы для ведения разных форм дискуссий	Дифференцированный зачет
	Владение представлением о применении современных методов биоинформатики для популяционных и экологических исследований	Дифференцированный зачет
ПК-2	Умение анализировать научные данные, результаты экспериментов и наблюдений	Письменная контрольная (тестовая) работа Дифференцированный зачет
	Владение представлением о приложении методов информационной биологии, в том числе, теоретического анализа и компьютерного моделирования, к решению фундаментальных и прикладных проблем молекулярной биологии, молекулярной генетики, клеточной биологии, физиологии, биофизики, общей биологии, биомедицины, фармакологии, экологии и задач, возникающих на стыке этих наук с математикой, информатикой и физикой	Дифференцированный зачет
ПК-4	Знание основных математических методов, используемых для обработки биологической информации	Письменная контрольная (тестовая) работа Дифференцированный зачет

	Владение представлением о таких методах современной информационной биологии как анализ изображений в медицине и сельском хозяйстве, высокопроизводительное фенотипирование и т.п.	Письменная контрольная (тестовая) работа Дифференцированный зачет
ПК-8	Знание компьютерных программ, позволяющих проводить реконструкцию генных сетей и осуществлять их анализ	Дифференцированный зачет
	Умение использовать основные подходы и методы биоинформатики для решения конкретных научно-исследовательских задач	Письменная контрольная (тестовая) работа Дифференцированный зачет
	Владение навыками создания базы экспериментальных биологических данных, работы с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях	Дифференцированный зачет

Таблица 10.2

Критерии оценивания результатов обучения	Шкала оценивания
<p><u>Письменная контрольная (тестовая) работа :</u> – точность ответа, отсутствие ошибок.</p> <p><u>Дифференцированный зачет:</u> – владение теоретическим и фактическим материалом, подкрепленным ссылками на научную литературу и источники, – полнота понимания и изложения причинно-следственных связей, – самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, отсутствие затруднений при формулировке собственных суждений, – точность и корректность применения терминов и понятий, – наличие исчерпывающих ответов на дополнительные вопросы. При изложении ответа на вопрос(ы) обучающийся мог допустить неприципиальные неточности.</p>	<i>Отлично</i>
<p><u>Письменная контрольная (тестовая) работа :</u> – не менее 80% ответов должны быть правильными.</p> <p><u>Дифференцированный зачет:</u> – обоснованность теоретическим и фактическим материалом, подкрепленным ссылками на научную литературу и источники, – полнота понимания и изложения причинно-следственных связей, – самостоятельность, осмысленность, структурированность, логичность и аргументированность изложения материала, наличие затруднений в объяснении отдельных процессов и явления, а также при формулировке собственных суждений, – точность и корректность применения терминов и понятий при наличии незначительных ошибок, – наличие полных ответов на дополнительные вопросы с возможным присутствием ошибок.</p>	<i>Хорошо</i>

<p><u>Письменная контрольная (тестовая) работа:</u> – не менее 50% ответов должны быть правильными.</p> <p><u>Дифференцированный зачет:</u> – теоретический и фактический материал в слабой степени подкреплён ссылками на научную литературу и источники, – частичное понимание и неполное изложение причинно-следственных связей, – самостоятельность и осмысленность в изложении материала, наличие ошибок в логике и аргументации, в объяснении процессов и явлений, а также затруднений при формулировке собственных суждений, – корректность применения терминов и понятий, при наличии незначительных ошибок, – наличие неполных и/или содержащих существенные ошибки ответов на дополнительные вопросы.</p>	<p><i>Удовлетворительно</i></p>
<p><u>Письменная контрольная (тестовая) работа :</u> – присутствие многочисленных ошибок (более 70% ответов содержат ошибки).</p> <p><u>Дифференцированный зачет:</u> – фрагментарное и недостаточное представление теоретического и фактического материала, не подкреплённое ссылками на научную литературу и источники, – непонимание причинно-следственных связей, – отсутствие осмысленности, структурированности, логичности и аргументированности в изложении материала, – грубые ошибки в применении терминов и понятий, – отсутствие ответов на дополнительные вопросы.</p>	<p><i>Неудовлетворительно</i></p>

Типовые контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения

1. Каким открытиям и достижениям в молекулярной биологии и генетике обязана своим возникновением информационная биология? Привести характеристики генома человека. Назвать информационные технологии, находящие применение в биоинформатике.
2. Три уровня организации биологических систем ((i) молекулярно-генетический, (ii) организменный, (iii) популяционный и экосистемный) – предмет исследований информационной биологии. Перечислить основные задачи информационной биологии.
3. Молекулярно-информационные основы функционирования генетических самовоспроизводящихся систем.
4. Биологические макромолекулы (ДНК, РНК, белки), фундаментальные генетические процессы (репликация, транскрипция, трансляция), генетические сети как объекты исследований информационной биологии.
5. Общие понятия о методах получения молекулярно-генетических данных (расшифровки пространственной структуры белков; расшифровки (чтения) аминокислотных и нуклеотидных последовательностей; генетической инженерии, трансгенеза, клонирования; технологии ДНК-чипов).
6. Сравнительная характеристика методов секвенирования ДНК первого, второго и третьего поколений. Компьютерный анализ нуклеотидных последовательностей. Примеры использования геномных технологий в биологии, сельском хозяйстве и медицине.
7. Определение биологических самовоспроизводящихся систем; типы и свойства биологических самовоспроизводящихся систем. Информационные потоки в таких системах. Технологии компьютерного моделирования биологических систем.
8. Характерные свойства генетических систем. Концепция каталитического гиперцикла М.Эйгена. Рибозимы – новый класс природных молекул РНК. Их роль в возникновении жизни. Селекс-методы для моделирования процессов молекулярной эволюции и получения молекулярных продуктов с заданными свойствами.
9. Источники изменчивости генетической информации. Эпигенетическая наследственность. Стратегии адаптации генетических систем к условиям внешней среды.
10. Молекулярная эволюция геномов. Использование метода нуклеотидных замен для датировки событий молекулярной эволюции. Нейтральные мутации и теория Кимуры. Правило Холдейна. Сравнительные характеристики белков транскрипционной и трансляционной машин. Роль дупликаций в эволюции геномов. Горизонтальный перенос генетической информации и его роль в ранней эволюции геномов.
11. Типы регуляторных контуров самовоспроизводящихся систем и закономерности их эволюции. Основные классы мутаций (повреждающие, нейтральные, адаптивные), их фиксация в популяциях. Компенсаторный эффект отрицательных обратных связей. Отрицательные обратные связи – имманентная причина вырождения самовоспроизводящихся систем. Последствия мутаций для биологических систем с иерархическим управлением. Дестабилизирующий отбор.
12. Определение генной сети и ее обязательных компонентов. Классы элементарных структур и событий, значимых для функционирования генных сетей. Типы процессов, контролируемых генными сетями. Основные элементы гипотетических генных сетей. Правила описания динамики функционирования генных сетей.

Оценочные материалы по промежуточной аттестации (приложение 2), предназначенные для проверки соответствия уровня подготовки по дисциплине требованиям ФГОС, хранятся на кафедре-разработчике РПД в печатном и электронном виде.

**Лист актуализации рабочей программы дисциплины
«Введение в информационную биологию»**

№	Характеристика внесенных изменений (с указанием пунктов документа)	Дата и № протокола Ученого совета ФЕН	Подпись ответственного