

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
Обнинский институт атомной энергетики –
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»
(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)

Одобрено на заседании
Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ
протокол от 30.08.2022 г. № 3-8/2022

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Биологическая информатика

название дисциплины

для студентов направления подготовки

06.04.01 Биология

Форма обучения: очная

г. Обнинск 2023 г.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – получение навыков дизайна омикс-экспериментов и анализа данных высокопроизводительного секвенирования, протеомики и метаболомики.

Задачи дисциплины:

- освоение методов контроля качества, фильтрации и нормализации данных NGS,
- освоение методов картирования последовательностей, сборки геномов и транскриптомов *de novo*, полногеномного поиска ассоциаций,
- освоение высокопроизводительного анализа экспрессии генов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ (далее – ОП) МАГИСТРАТУРЫ

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин бакалавриата: биохимия, молекулярная биология, генетика, физиология растений, физиология человека, животных и высшей нервной деятельности, биологическая статистика

Дисциплины и/или практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее: Омиксные технологии и биоинформатика, Экспериментальные основы ядерной медицины и радиофармпрепараты, Радиационно-экологический мониторинг в районах размещения радиационно-опасных объектов, преддипломная практика, научно-исследовательская работа

Дисциплина изучается на 1 курсе в 1 семестре.

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

В результате освоения ООП магистратуры обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Коды компетенций	Результаты освоения ООП <i>Содержание компетенций*</i>	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине**
УК-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки	З-УК-6 Знать: методики самооценки, самоконтроля и саморазвития с использованием подходов здоровьесбережения У-УК-6 Уметь: решать задачи собственного личностного и профессионального развития, определять и реализовывать приоритеты совершенствования собственной деятельности; применять методики самооценки и самоконтроля; применять методики, позволяющие улучшить и сохранить здоровье в процессе жизнедеятельности В-УК-6 Владеть: технологиями и навыками управления своей познавательной деятельностью и ее совершенствования на основе самооценки, самоконтроля и принципов самообразования в течение всей жизни, в том числе с использованием здоровьесберегающих подходов и методик
ОПК-6	Способен творчески применять и	З-ОПК-6 Знать: пути и перспективы

	модифицировать современные компьютерные технологии, работать с профессиональными базами данных, профессионально оформлять и представлять результаты новых разработок	применения современных компьютерных технологий в биологических науках и образовании У-ОПК-6 Уметь: работать с профессиональными базами и банками данных в избранной области профессиональной деятельности В-ОПК-6 Владеть: необходимым математическим аппаратом и навыками анализа и хранения электронных изображений, имеет опыт модификации компьютерных технологий в целях профессиональных исследований.
ОПК-8	Способен использовать современную исследовательскую аппаратуру и вычислительную технику для решения инновационных задач в профессиональной деятельности.	З-ОПК-8 Знать: типы современной аппаратуры для полевых и лабораторных исследований в области профессиональной деятельности; У-ОПК-8 Уметь: использовать современную вычислительную технику В-ОПК-8 Владеть: способностью творчески модифицировать технические средства для решения инновационных задач в профессиональной деятельности
ПК-1	Способен использовать информационные ресурсы, научную, опытно-экспериментальную и приборную базы по тематике проводимых исследований и (или) разработок, формулировать результаты, полученные в ходе решения исследовательских задач	З-ПК-1 Знать: методы и способы решения исследовательских задач по тематике проводимых исследований и (или) разработок; Знать: нормативные и технические требования к использованию информационных ресурсов, объектов научной, опытно-экспериментальной и приборной базы по тематике проводимых исследований и (или) разработок У-ПК-1 Уметь: проводить информационный поиск для решения исследовательских задач В-ПК-1 Владеть: методами проведения исследований, экспериментов, наблюдений, измерений под руководством более квалифицированного работника; методами формулирования выводов по итогам проведенных исследований, экспериментов, наблюдений, измерений

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 2 зачетных единицы (з.е.), 72 академических часа.

4.1. Объем дисциплины по видам учебных занятий (в часах)

Вид работы	Количество часов на вид работы:
Контактная работа обучающихся с преподавателем	
Аудиторные занятия (всего)	28
В том числе:	
<i>лекции</i>	14
<i>практические занятия (из них в форме практической подготовки)</i>	14
<i>лабораторные занятия (из них в форме практической подготовки)</i>	
Промежуточная аттестация	
В том числе:	
<i>зачет</i>	+
<i>зачет с оценкой</i>	
<i>экзамен</i>	
Самостоятельная работа обучающихся	
Самостоятельная работа обучающихся	44
Всего (часы):	72
Всего (зачетные единицы):	2

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

5.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах)

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Виды учебной работы				
		Лек	Пр	Лаб	Внеауд	СРО
1-16	Биологическая информатика	14	14			44
	1.1. Анализ геномных данных	4	4			14
	1.2. Анализ транскриптомных данных	4	4			10
	1.3 Анализ протеомных данных	4	4			10
	1.4 Анализ метаболомных данных	2	2			10
	Всего:	14	14	0	0	44

5.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

Лекционный курс

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1-16	1. Биологическая информатика	
	1.1. Анализ геномных данных	Геномные базы данных. BLAST. Выравнивание на референсный геном и сборка de novo. Пайплайны обработки геномных данных.
	1.2. Анализ транскриптомных данных	Базы данных, содержащие последовательности EST, кДНК, мРНК. Выравнивание на референсный транскриптом и сборка de novo. Пайплайны обработки транскриптомных данных. Аннотация. Обогащение терминами Генной

		Онтологии.
	1.3 Анализ протеомных данных	Базы данных, содержащие последовательности белков. BLAST_P. Пайплайны обработки протеомных данных. Аннотация. Анализ посттрансляционных модификаций.
	1.4 Анализ метаболомных данных	Метаболомные базы данных. Дизайн метаболомного эксперимента. Визуализация данных метаболомики.

Практические/семинарские занятия

Неделя	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
1-16	1. Биологическая информатика	
	1.1. Анализ геномных данных	Введение в Linux. Python. Bioconda. Оценка качества данных секвенирования ДНК. BLAST. Графы де Брюина. k-меры. Galaxy-сервер.
	1.2. Анализ транскриптомных данных	Выравнивание на референсный транскриптом. Анализа дифференциальной экспрессии генов. Обогащение терминами Генной Онтологии.
	1.3 Анализ протеомных данных	Протеомные базы данных. Аннотация данных протеомики. Полуколичественный анализ.
	1.4 Анализ метаболомных данных	Визуализация метаболомных данных.

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

1. NGS: высокопроизводительное секвенирование / Д.В. Ребриков, Д.О. Коростин, Е.С. Шубина, В.В. Ильинский. – 4-е изд. – М.: Лаборатория знаний, 2021. – 232 с.
2. Биоинформатика: учебник / Н.Ю. Часовских. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 352 с.

7. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.1. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины (результаты по разделам)	Код контролируемой компетенции (или её части) / и ее формулировка	Наименование оценочного средства
1.	Разделы 1-2	УК-6, ОПК-6, ОПК-8, ПК-1	контрольная работа, практическая работа, вопрос зачетного билета.

7.2. Типовые контрольные задания или иные материалы

7.2.1 Контрольная работа

Контрольная работа по Разделу 1 «Омиксные технологии»

Типовые вопросы для контрольной работы:

1. Секвенирование нуклеиновых кислот первого, второго и третьего поколения
2. Очистка нуклеиновых кислот для NGS
3. Приготовление библиотек для NGS
4. Оценка качества первичных данных NGS
5. Однонуклеотидные полиморфизмы

6. Общие принципы планирования омикс-экспериментов
7. Рандомизация и повторности в омикс-экспериментах
8. Секвенирование отдельных клеток
9. Метагеномика. Филогеномика. Основные задачи и подходы
10. Эпигеномика. Основные задачи и подходы
11. Транскриптомика. Основные задачи и подходы
12. Протеомика. Основные задачи и подходы
13. Метаболомика. Основные задачи и подходы

Контрольная работа по Разделу 2 «Биоинформатика»

Типовые вопросы и задания контрольной работы:

1. Классификация биоинформатических баз данных и их функции
2. Для чего используют геномные браузеры?
3. Ключевые элементы NCBI
4. Формат FASTA
5. Ключевые элементы UniProt
6. Характеристика Ensembl
7. Аннотация генов в Ensembl
8. Что такое парное выравнивание последовательностей?
9. Что такое гомологи, ортологи, паралоги?
10. Что такое глобальное и локальное выравнивание?
11. Основные этапы локального парного выравнивания последовательностей белков
12. Основные инструменты BLAST. Типы BLAST
13. Множественное выравнивание последовательностей
14. Анализ экспрессии генов с помощью микрочипов.
15. Базы данных биологических путей
13. Мотивы белков
14. Сборка генома и транскриптома
15. Аннотация генома, транскриптома, протеома

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Контрольные работы проводятся 2 раза в семестр на модульных неделях по расписанию, устанавливаемому деканатом. Они проводятся в форме тестов или ином виде по выбору преподавателя с учетом объема изученного материала по курсу.

Оценивание студента проводится преподавателем независимо от наличия или отсутствия студента (по уважительной или неуважительной причине) на занятии. Студенту, пропустившему по уважительной причине контрольную модульную работу, предоставляется возможность отработки. Отработать занятие можно по согласованию с преподавателем в четко установленные сроки в соответствии с графиком консультаций преподавателя, который имеется на кафедре и на официальном сайте кафедры.

Оценивается степень усвоения теоретических знаний по следующим критериям: правильность, полнота и логичность письменного ответа, способностью проиллюстрировать ответ примерами.

в) описание шкалы оценивания:

Максимальный балл за контрольную работу – 14 за первую, 12 за вторую. Каждый вопрос оценивается в 2 балла.

7.2.2. Практическая работа

а) типовые задания (вопросы) - образец:

1. Поиск научных публикаций в PubMed
2. Поиск нуклеотидных последовательностей в NCBI
3. Работа с форматами FASTA
4. Работа с UniProt
5. Работа с геномным браузером Ensembl – поиск информации о заданных преподавателем белках
6. Парное выравнивание последовательностей
7. Поиск гомологов с использованием BLAST при разных параметрах алгоритма
8. Поиск с использованием BLAST по участкам последовательностей
9. Поиск гомологов с использованием BLAST в разных видах
10. Множественное выравнивание последовательностей в Clustal Omega
11. Изучение биологических путей с помощью KEGG
12. Изучение биологических путей с помощью Reactome

б) критерии оценивания компетенций (результатов)

- правильность выполнения задания;

в) описание шкалы оценивания

- оценивание проводится по бальной системе в диапазоне от «0» до «3» баллов.

7.2.3 Зачет

Зачетный билет состоит из двух теоретических вопросов. Список вопросов прилагается.

1. Анализ геномных данных. Геномные базы данных. BLAST.
2. Выравнивание на референсный геном и сборка de novo. Пайплайны обработки геномных данных.
3. Секвенирование нуклеиновых кислот первого, второго и третьего поколения. Очистка нуклеиновых кислот для NGS
4. Анализ транскриптомных данных. Базы данных, содержащие последовательности EST, кДНК, мРНК.
5. Выравнивание на референсный транскриптом и сборка de novo. Пайплайны обработки транскриптомных данных.
6. Однонуклеотидные полиморфизмы
7. Общие принципы планирования омикс-экспериментов. Рандомизация и повторности в омикс-экспериментах
8. Анализ протеомных данных. Базы данных, содержащие последовательности белков. BLAST_P.
9. Пайплайны обработки протеомных данных. Аннотация. Анализ посттрансляционных модификаций.
10. Анализ метаболомных данных. Метаболомные базы данных.
11. Дизайн метаболомного эксперимента. Визуализация данных метаболомики.
12. Секвенирование отдельных клеток

13. Метагеномика. Филогеномика. Основные задачи и подходы. Эпигеномика. Основные задачи и подходы
14. Транскриптомика. Основные задачи и подходы. Протеомика. Основные задачи и подходы. Метаболомика. Основные задачи и подходы
15. Ключевые элементы UniProt. Характеристика Ensembl. Аннотация генов в Ensembl
16. Что такое парное выравнивание последовательностей? Что такое гомологи, ортологи, паралоги?
17. Что такое глобальное и локальное выравнивание? Основные этапы локального парного выравнивания последовательностей белков
18. Множественное выравнивание последовательностей
19. Анализ экспрессии генов с помощью микрочипов.
20. Сборка генома и транскриптома. Аннотация генома, транскриптома, протеома

б) критерии оценивания компетенций (результатов):

Ответ оценивается по следующим критериям:

- правильность, полнота и логичность построения ответа;
- умение оперировать специальными терминами;
- использование в ответе дополнительного материала;
- умение иллюстрировать теоретические положения практическим материалом;

в) описание шкалы оценивания:

Допуск к зачету по дисциплине осуществляется при количестве баллов более 35.

За семестр студент может набрать от 35 до 60 баллов.

Минимальный балл за ответ на экзамене – 24, максимальный – 40.

Оценку «зачтено» получают следующие студенты:

- получившие положительную оценку за ответы во время устного опроса;
- получившие оценку «зачтено» за ответы на задания текущего контроля;
- давшие правильный (полный, логичный, с употреблением соответствующей терминологии и примерами) устный ответ на вопросы к зачету.

Оценку «не зачтено» получают следующие студенты:

- пропустившие занятия без уважительной причины;
- не отчитавшиеся о выполнении заданий за семестр;
- давшие неправильный устный ответ на вопросы к зачету.

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

–Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.

–Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.

–Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.

–Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:

○контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.

○контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.

Исключение: текущая аттестация в 8 семестре обучения по образовательным программам бакалавриата, в котором единственная контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 6 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 6 неделю учебного семестра.

–Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум**
Текущая аттестация	1-16	36 - 60% от максимума	60
Контрольная точка № 1	7-8	18 (60% от 30)	30
<i>Оценочное средство № 1.1</i>	2	60% от М1	М1
Контрольная точка № 2	15-16	18 (60% от 30)	30
<i>Оценочное средство № 2.1</i>	9	60% от Т1	Т1
Промежуточная аттестация	-	24 – (60% 40)	40
Зачет с оценкой	-		
ИТОГО по дисциплине		60	100

* - Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

7.4. Шкала оценки образовательных достижений

Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущей и промежуточной аттестации

<i>Сумма баллов</i>	<i>Оценка по 4-х балльной шкале</i>	<i>Оценка ECTS</i>	<i>Требования к уровню освоения учебной дисциплины</i>
90-100	5- «отлично»/ «зачтено»	A	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы
85-89	4 - «хорошо»/ «зачтено»	B	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
75-84		C	
70--74		D	
65-69	3 - «удовлетворительно»/ «зачтено»	D	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала
60-64		E	
0-59	2 - «неудовлетворительно»/ «не зачтено»	F	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине

8. ПЕРЕЧЕНЬ ОСНОВНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ УЧЕБНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

а) основная учебная литература:

1. NGS: высокопроизводительное секвенирование / Д.В. Ребриков, Д.О. Коростин, Е.С. Шубина, В.В. Ильинский. – 4-е изд. – М.: Лаборатория знаний, 2021. – 232 с.
2. Биоинформатика: учебник / Н.Ю. Часовских. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2020. – 352 с.

б) дополнительная учебная литература:

1. Omics Technologies and Bio-engineering 1st Edition / eds. D. Barh, V. Azevedo – NY: Academic Press, – 618 P. eBook ISBN: 9780128047491
2. Биоинформатика: учебник для академического бакалавриата / В.Е. Стефанов, А.А. Тулуб, Г.Р. Мавропуло-Столяренко. – М.: Издательство Юрайт, 2019. – 252 с.

9. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ» (ДАЛЕЕ - СЕТЬ «ИНТЕРНЕТ»), НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1. База данных Ensembl – URL: <https://www.ensembl.org/>
2. База данных NCBI – URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
3. Galaxy-сервер – URL: <https://usegalaxy.eu/>
4. База данных The Human Protein Database – URL: <https://www.proteinatlas.org/>

10. ПЕРЕЧЕНЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ОСУЩЕСТВЛЕНИИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ, ВКЛЮЧАЯ ПЕРЕЧЕНЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ИНФОРМАЦИОННЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ (ПРИ НЕОБХОДИМОСТИ)

Использование информационных технологий при осуществлении образовательного процесса по дисциплине осуществляется в соответствии с утвержденным Положением об Электронной информационно-образовательной среде ИАТЭ НИЯУ МИФИ.

Электронная система управления обучением (LMS) используется для реализации образовательных программ при очном, дистанционном и смешанном режиме обучения. Система реализует следующие основные функции:

- 1) Создание и управление классами,
- 2) Создание курсов,
- 3) Организация записи учащихся на курс,
- 4) Предоставление доступа к учебным материалам для учащихся,
- 5) Публикация заданий для учеников,
- 6) Оценка заданий учащихся, проведение тестов и отслеживание прогресса обучения,
- 7) Организация взаимодействия участников образовательного процесса.

Система интегрируется с дополнительными сервисами, обеспечивающими возможность использования таких функций как рабочий календарь, видео связь, многопользовательское редактирование документов, создание форм опросников, интерактивная доска для рисования. Авторизация пользователей в системе осуществляется посредством корпоративных аккаунтов, привязанных к домену oiate.ru.

10.1. Перечень информационных технологий

При осуществлении образовательного процесса по дисциплине используются следующие информационные технологии:

- проведение лекций и практических занятий с использованием слайд-презентаций;
- использование обучающих видеофильмов;
- использование текстового редактора Microsoft Word;
- использование табличного редактора Microsoft Excel;
- использование текстового редактора NoteBook (Блокнот);
- использование программной среды R и терминала в Ubuntu;
- работа в глобальной сети Интернет в молекулярно-биологических базах данных;
- организация взаимодействия с обучающимися посредством электронной почты и ЭИОС.

10.2. Перечень программного обеспечения

1. Текстовый редактор Microsoft Word;
2. Табличный редактор Microsoft Excel;
3. Редактор презентаций Microsoft PowerPoint;
4. Текстовый редактор NoteBook (Блокнот);
5. Браузеры: Google Chrome, Internet Explorer, Yandex, Mozilla Firefox, Opera.

6. Локальная компьютерная сеть и глобальная сеть Интернет.
7. Программная среда R.
8. Терминал в Ubuntu.

10.3. Перечень информационных справочных систем

Доступ к электронным библиотечным ресурсам и электронной библиотечной системе (ЭБС) осуществляется посредством специальных разделов на официальном сайте ИАТЭ НИЯУ МИФИ. Обеспечен доступ к электронным каталогам библиотеки ИАТЭ НИЯУ МИФИ, а также электронным образовательным ресурсам (ЭИОС), сформированным на основании прямых договоров с правообладателями учебной и учебно-методической литературы, методических пособий:

- 1) Информационные ресурсы Сети Консультант Плюс, www.consultant.ru (информация нормативно-правового характера на основе современных компьютерных и телекоммуникационных технологий);
- 2) Электронно-библиотечная система НИЯУ МИФИ, http://libcatalog.mephi.ru/cgi/irbis64r/cgiirbis_64.exe?C21COM=F&I21DBN=BOOK&Z21ID=&P21DBN=BOOK;
- 3) ЭБС «Издательства Лань», <https://e.lanbook.com/>;
- 4) Электронно-библиотечная система BOOK.ru, www.book.ru;
- 5) Базы данных «Электронно-библиотечная система elibrary» (ЭБС elibrary);
- 6) Базовая версия ЭБС IPRbooks, www.iprbooks.ru;
- 7) Базы данных «Электронная библиотека технического ВУЗа» www.studentlibrary.ru;
- 8) Электронно-библиотечная система «Айбукс.ру/ibooks.ru»,
- 9) <http://ibooks.ru/home.php?routine=bookshelf>
- 10) Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ», <http://urait.ru/>.

11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Минимально необходимый для реализации дисциплины перечень материально-технического обеспечения включает в себя:

- А) аудитория для лекционных занятий на 30 посадочных мест с ноутбуком, проектором и экраном;
- Б) аудитория для практических занятий на 20 посадочных мест (компьютерный класс) с доступом к глобальной сети Интернет

12. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И (ИЛИ) МАТЕРИАЛЫ

12.1. Перечень образовательных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

№ пп	Наименование темы дисциплины	Вид занятий (лекция, семинары, практические занятия) (в соответствии с РУП)	Количество ак. ч.	Наименование активных и интерактивных форм проведения занятий
1	Биоинформатика	Лекции, семинары	24	Проведение лекций и практических занятий с использованием слайд-презентаций; работа в глобальной сети Интернет в молекулярно-биологических базах данных

12.2. *Формы организации самостоятельной работы обучающихся (темы, выносимые для самостоятельного изучения; вопросы для самоконтроля; типовые задания для самопроверки)*

Темы для самостоятельного изучения обучающимися:

1. Полногеномный поиск ассоциаций (2 ак. ч)
2. Предсказание функции гена (2 ак. ч)
3. Эволюционная геномика (2 ак. ч)
4. Анализ мутаций в кодирующих и некодирующих областях генома (2 ак. ч)
5. Анализ альтернативного сплайсинга (2 ак. ч)
6. Анализ посттрансляционных модификаций (2 ак. ч)
7. Анализ биологических путей в базах данных (2 ак. ч)
8. Изучение и предсказание структуры и функций белков (4 ак. ч)
9. Молекулярный докинг (2 ак. ч)
10. Исследование микробных сообществ методами NGS (2 ак. ч)
11. Таргетное секвенирование (2 ак. ч)

12.3. *Краткий терминологический словарь*

Биоинформатика — междисциплинарная область, включающая в себя изучение и разработку компьютерных методов для интерпретации данных высокопроизводительного анализа.

Бисульфитное секвенирование — общее название группы методов, направленных на изучение паттерна метилирования ДНК посредством обработки её бисульфитом.

Высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ) — метод разделения сложных смесей веществ, основанный на различии в равновесном распределении их между двумя несмешивающимися фазами, одна из которых неподвижна, а другая подвижна (элюент).

Газовая хроматография — физико-химический метод разделения веществ, основанный на распределении компонентов анализируемой смеси между двумя несмешивающимися и движущимися относительно друг друга фазами, где в качестве подвижной фазы выступает газ, а в качестве неподвижной фазы — твёрдый сорбент или жидкость, нанесённая на инертный твёрдый носитель или внутренние стенки колонки.

Геномика — раздел молекулярной генетики, посвящённый изучению генома и генов живых организмов.

Масс-спектрометрия — метод исследования и идентификации вещества на основе ионизации компонентов, позволяющей физически различать компоненты на основе характеризующего их отношения массы к заряду.

Метаболомика — анализ совокупности всех метаболитов, являющихся конечным продуктом обмена веществ в клетке, ткани, органе или организме.

Микрочипы — технология, используемая в молекулярной биологии и медицине, основанная на множестве небольших одноцепочечных молекул нуклеиновых кислот, которые ковалентно пришиты к твёрдому основанию.

Нанопоровое секвенирование — семейство высокоэффективных методов секвенирования ДНК или РНК третьего поколения, основанных на использовании белковых, твердотельных или иных пор диаметром в несколько нанометров, чувствительных к нуклеиновым кислотам.

Омикс-технологии — комплекс высокопроизводительных геномных и постгеномных технологий, исследующих весь набор биологических молекул, содержащийся в отдельной клетке, клеточных популяциях или сообществах организмов и их взаимодействие.

Протеомика — область молекулярной биологии, посвящённая идентификации и количественному анализу белков с использованием высокопроизводительных подходов.

Секвенирование следующего поколения (NGS) — группа высокопроизводительных методов определения нуклеотидной последовательности ДНК и РНК.

Системная биология — междисциплинарное научное направление, образовавшееся на стыке биологии и теории сложных систем, ориентированное на изучение сложных взаимодействий в живых системах.

Транскриптомика — высокопроизводительные методы, разработанные для изучения совокупности всех РНК-транскриптов клетки, ткани или организма.

Эпигеномика — раздел молекулярной биологии, изучающий с помощью высокопроизводительных методов совокупность эпигенетических модификаций генетического материала клетки.

13. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ (утв. 8 апреля 2014 г. № АК-44/05вн) в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации обучающихся с ОВЗ с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом индивидуальных психофизических особенностей, а для инвалидов также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида.

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление информации визуально (краткий конспект лекций, основная и дополнительная литература), на лекционных и практических занятиях допускается присутствие ассистента, а так же, сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Оценка знаний студентов на практических занятиях осуществляется на основе письменных конспектов ответов на вопросы, письменно выполненных практических заданий.

Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.)

С учетом состояния здоровья просмотр кинофильма с последующим анализом может быть проведен дома (например, при необходимости дополнительной звукоусиливающей аппаратуры (наушники)). В таком случае студент предоставляет письменный анализ, соответствующий предъявляемым требованиям.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а так же использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь.

Оценка знаний студентов на семинарских занятиях осуществляется в устной форме (как ответы на вопросы, так и практические задания). При необходимости анализа фильма может быть заменен описанием ситуации межэтнического взаимодействия (на основе опыта респондента, художественной литературы и т.д.), позволяющим оценить степень сформированности навыков владения методами анализа и выявления специфики функционирования и развития психики, позволяющими учитывать влияние этнических факторов. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата не нуждаются в особых формах предоставления учебных материалов. Однако, с учетом состояния здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно (при помощи сети «Интернет»). Так, при невозможности посещения лекционного занятия студент может воспользоваться кратким конспектом лекции.

При невозможности посещения практического занятия студент должен предоставить письменный конспект ответов на вопросы, письменно выполненное практическое задание. Доклад так же может быть предоставлен в письменной форме (в виде реферата), при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.).

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно (например, при помощи программы Skype).

Для этого по договоренности с преподавателем студент в определенное время выходит на связь для проведения процедуры зачета. В таком случае за-чет сдается в виде собеседования по вопросам (см. формы проведения промежуточной аттестации для лиц с нарушениями зрения). Вопрос и практическое задание выбираются самим преподавателем.

Примечание: Фонды оценочных средств, включающие типовые задания и методы оценки, критерии оценивания, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины обучающимися с ОВЗ могут входить в состав РПД на правах отдельного документа.

Программу составил (а) (и):

П.Ю. Волкова, д.б.н., профессор отделения биотехнологий

Рецензент (ы):

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ ДИСЦИПЛИНЫ

Программа рассмотрена на заседании отделения Биотехнологий (протокол № ____ от «__» _____ 20__ г.)	Руководитель образовательной программы 06.04.01 Биология/Экспериментальная радиология «__» _____ 20__ г. _____ Л.Н. Комарова Начальник отделения Биотехнологий «__» _____ 20__ г. _____ А.А. Котляров Научный руководитель магистерской программы (при необходимости) 06.04.01 Биология/Экспериментальная радиология «__» _____ 20__ г. _____ Л.Н. Комарова
--	---