

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МИНИСТЕРСТВА ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Кафедра фундаментальной и прикладной микробиологии

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе

/ Д.А. Валишин/

« 25 » апреля 2023 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
БИОИНФОРМАТИКА

Уровень образования

Высшее – *Специалитет*

Специальность

06.05.01 – Биоинженерия и биоинформатика

Квалификация

Биоинженер и биоинформатик

Форма обучения

Очная

Для приема: *2023*

Уфа – 2023

При разработке рабочей программы учебной дисциплины в основу положены:

- 1) ФГОС ВО 3++ по специальности (направлению подготовки) 06.05.01 - Биоинженерия и биоинформатика, утвержденный приказом Министерством науки и высшего образования Российской Федерации №973 от «12» августа 2020 г;
- 2) Учебный план по специальности (направлению подготовки) 06.05.01 - Биоинженерия и биоинформатика, утвержденный Ученым советом ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России от «25» апреля 2023 г., протокол № 4;
- 3) Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ №544н от «18» октября 2013 г. «Об утверждении профессионального стандарта «Педагог (педагогическая деятельность в сфере дошкольного, начального общего, основного общего, среднего общего образования)».
- 4) Приказ Министерства труда и социальной защиты РФ №145н от «14» марта 2018 г. «Об утверждении профессионального стандарта «Специалист в области клинической лабораторной диагностики».

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена на заседании кафедры фундаментальной и прикладной микробиологии от «18» апреля 2023 г., протокол № 7.

И.о. заведующего кафедрой  / Гимранова И.А.

Рабочая программа учебной дисциплины одобрена УМС по специальности 06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика от «21» апреля 2023, протокол № 1.

Председатель УМС

по специальности 06.05.01
Биоинженерия и биоинформатика

 / Галимов Ш.Н.

Разработчики:

Баймиев А.Х, д.б.н., профессор кафедры фундаментальной и прикладной микробиологии
Швец Д.Ю., ассистент кафедры фундаментальной и прикладной микробиологии

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ:

1.	Пояснительная записка	4
1.1.	Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	4
1.2.	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций	4
2.	Требования к результатам освоения учебной дисциплины	7
2.1.	Типы задач профессиональной деятельности	7
2.2.	Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине	7
3.	Содержание рабочей программы	12
3.1.	Объем учебной дисциплины (модуля) и виды учебной работы	12
3.2.	Перечень разделов учебной дисциплины и компетенций с указанием соотнесенных с ними тем разделов дисциплины	13
3.3.	Разделы учебной дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля	16
3.4.	Название тем лекций и количество часов по семестрам учебной дисциплины (модуля)	17
3.5.	Название тем практических занятий, в том числе практической подготовки и количество часов по семестрам учебной дисциплины (модуля)	18
3.6.	Лабораторный практикум	19
3.7.	Самостоятельная работа обучающегося	19
4.	Фонд оценочных материалов для контроля успеваемости и результатов освоения учебной дисциплины (модуля)	
4.1.	Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.	20
4.2.	Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по учебной дисциплине (модуля), соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций	28
5.	Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины (модуля)	32
5.1.	Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения учебной дисциплины (модуля)	32
5.2.	Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения учебной дисциплины (модуля)	32
6.	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по учебной дисциплине (модуля)	33
6.1.	Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по учебной дисциплине (модуля)	33
6.2.	Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы	33
6.3.	Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства	35

1. Пояснительная записка

1.1. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Биоинформатика» относится к обязательной части.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 5, 6 семестре, на 4 курсе в 7 семестре.

Целью освоения учебной дисциплины (модуля) «Биоинформатика» является получение студентами основополагающих знаний возможностях биоинформатики, о приложении методов биоинформатики для решения прикладных биомедицинских задач, в том числе, анализа сходства аминокислотных и нуклеотидных последовательностей, компьютерного моделирования и визуализации трёхмерных структур белков, анализ транскриптомных и геномных данных, что позволит в будущем молодым специалистам быстрее и эффективнее включиться в научно- исследовательскую работу, а также использовать результаты современных постгеномных технологий в диагностике и персонализированном лечении пациентов.

1.2. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по учебной дисциплине (модулю)
ОПК-4. Способен применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов целенаправленно измененными свойствами, проводить анализ результатов и методического опыта исследования, определять практическую значимость исследования	ОПК-4.1. Знать способы применения методов биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами; алгоритм проведения анализа результатов и методического опыта исследования; способы определения практической значимости исследования.	Знать методы биоинформатики и их применение для проведения анализа результатов и методического опыта исследования; способы определения практической значимости исследования.
	ОПК-4.2. Уметь применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и биологических объектов с	Уметь применять знания в области биоинформатики для проведения анализа результатов и методического опыта исследования; способов определения практической

		целенаправленно измененными свойствами; проводить анализ результатов и методического опыта исследования; способен определять практическую значимость исследования.	значимости исследования.
		ОПК-4.3. Владеть методами биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами; алгоритмом проведения анализа результатов и методического опыта исследования; способами определения практической значимости исследования.	Владеть знаниями и навыками в области биоинформатики для проведения анализа результатов и методического опыта исследования; способов определения практической значимости исследования.
ОПК-5. Способен находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки, владеть основными биоинформатическими средствами анализа	ОПК-5.1. Знать способы нахождения и использования информации, накопленной в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; знает основные биоинформатические средства анализа.	Знать о структуре нуклеиновых кислот и белков, об основных биоинформатических средствах анализа.	
	ОПК-5.2. Уметь находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; пользоваться основными биоинформатическими средствами анализа.	Уметь применять знания о нуклеиновых кислотах и белках, использовать основные биоинформатические средства анализа.	
	ОПК-5.3. Владеть способами нахождения и использования информации, накопленной	Владеть знаниями и навыками о нуклеиновых кислотах и белках, использования основных биоинформатических средств	

		в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; основными биоинформатическими средствами анализа.	анализа.
ПК-1. Способен самостоятельно проводить теоретическую и экспериментальную научно-исследовательскую работу в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин, а также оформлять ее в письменной форме, излагать в устной форме и участвовать в различных формах дискуссий		ПК-1.1. Изучать научно-техническую информацию, выполнять литературный и патентный поиск по темам исследования.	Знать методики поиска научно-технической информации, литературного и патентного поиска по темам исследования.
		ПК-1.2. Применять современные подходы, характерные для биоинженерии и биоинформатики, для решения проблем, стоящих как перед фундаментальной, так и прикладной наукой.	Уметь применять современные подходы, характерные для биоинформатики, для решения проблем, стоящих как перед фундаментальной, так и прикладной наукой.
		ПК-1.3. Использовать полученные знания и профессиональные навыки для грамотного анализа большого массива информации по биологическим объектам.	Владеть знаниями и навыками для грамотного анализа большого массива информации по биологическим объектам.
		ПК-1.5. Использовать методы биоинформатики и биоинженерии в молекулярной диагностике, выборе новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследованиях.	Владеть знаниями и навыками биоинформатического анализа при выборе новых мишеней для лекарственных препаратов, при проведении медико-диагностических исследований.
ПК-2. Способен заниматься педагогической деятельностью в области биоинженерии, биоинформатики	и	ПК-2.1. Преподавать биоинженерию, биоинформатику и смежные дисциплины (читать лекции, проводить семинары и практикумы) в образовательных	Знать методики преподавания биоинформатики и смежных дисциплин, владеть методами контроля знаний учащихся

смежных дисциплин на основе знаний принципов педагогической деятельности; формировать и излагать учебный материал.	организациях основного общего, среднего общего, среднего профессионального и высшего образования.	
	ПК-2.2. Составлять учебники и учебные пособия по биоинженерии и биоинформатике.	Уметь использовать знания в области преподавания, создавать учебники и учебные пособия по биоинформатике.
	ПК-2.3. Разрабатывать методические рекомендации, необходимые для преподавания теоретических основ и практического применения биоинженерии и биоинформатики.	Уметь использовать знания в области биоинформатики для создания методических пособий теоретических основ и практического применения.
	ПК-2.4. Руководить курсовыми и выпускными квалификационными работами по биоинженерии, биоинформатике и смежным дисциплинам.	Владеть навыками руководства курсовыми и выпускными квалификационными работами по биоинформатике и смежным дисциплинам.

2. Требования к результатам освоения учебной дисциплины

2.1. Типы задач профессиональной деятельности

Задачи профессиональной деятельности, которые лежат в основе преподавания учебной дисциплины: научно-исследовательская, педагогическая.

2.2. Перечень компетенций, индикаторов достижения компетенций и индекса трудовой функции

п/№	Номер/ индекс компетенции (или его части) и ее содержание	Номер индикатора компетенции (или его части) и его содержание	Индекс трудовой функции и ее содержание	Перечень практических навыков по овладению компетенцией	Оценочные средства
1	2	3	4	5	6
1.	ОПК-4. Способен применять методы биоинженерии и	ОПК-4.1. Знать способы применения методов биоинженерии и	A/01.6 Общепедагогическая функция. Обучение	Способность применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения	контрольная работа, собеседование, ситуационные задачи,

<p>биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, проводить анализ результатов и методического опыта исследования, определять практическую значимость исследования</p>	<p>биоинформатики для получения новых знаний и биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами; алгоритм проведения анализа результатов и методического опыта исследования; способы определения практической значимости исследования. ОПК-4.2. Уметь применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами; проводить анализ результатов и методического опыта исследования; способен определять практическую значимость исследования. ОПК-4.3. Владеть методами биоинженерии и биоинформатики для получения</p>	<p>новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, проводить анализ результатов и методического опыта исследования, определять практическую значимость исследования</p>	<p>письменное тестирование</p>
--	--	---	--------------------------------

		<p>новых знаний и биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами; алгоритмом проведения анализа результатов и методического опыта исследования; способами определения практической значимости исследования.</p>			
2.	<p>ОПК-5. Способен находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки, владеть основными биоинформатическими средствами анализа</p>	<p>ОПК-5.1. Знать способы нахождения и использования информации, накопленной в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; знает основные биоинформатические средства анализа. ОПК-5.2. Уметь находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; пользоваться основными биоинформатическими средствами анализа.</p>	<p>А/01.6 Общепедагогическая функция. Обучение</p>	<p>Способность находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки, владеть основными биоинформатическими средствами анализа</p>	<p>контрольная работа, собеседование</p>

		кими средствами анализа. ОПК-5.3. Владеть способами нахождения и использования информации, накопленной в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; основными биоинформатическими средствами анализа.			
3.	ПК-1. Способен самостоятельно проводить теоретическую и экспериментальную научно-исследовательскую работу в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин, а также оформлять ее в письменной форме, излагать в устной форме и участвовать в различных формах дискуссий	ПК-1.1. Изучать научно-техническую информацию, выполнять литературный и патентный поиск по темам исследования. ПК-1.2. Применять современные подходы, характерные для биоинженерии и биоинформатики, для решения проблем, стоящих как перед фундаментальной, так и прикладной наукой. ПК-1.3. Использовать полученные знания и профессиональные навыки для грамотного анализа большого	А/01.6 Общепедагогическая функция. Обучение	способность самостоятельно проводить теоретическую и экспериментальную научно-исследовательскую работу в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин, а также оформлять ее в письменной форме, излагать в устной форме и участвовать в различных формах дискуссий	контрольная работа, собеседование

		<p>массива информации по биологическим объектам. ПК-1.5. Использовать методы биоинформатики и биоинженерии в молекулярной диагностике, выборе новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследованиях.</p>			
4.	<p>ПК-2. Способен заниматься педагогической деятельностью в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин на основе знаний принципов педагогической деятельности; формировать и излагать учебный материал.</p>	<p>ПК-2.1. Преподавать биоинженерию, биоинформатику и смежные дисциплины (читать лекции, проводить семинары и практикумы) в образовательных организациях основного общего, среднего общего, среднего профессионального и высшего образования. ПК-2.2. Составлять учебники и учебные пособия по инженерии и биоинформатике. ПК-2.3. Разрабатывать методические рекомендации, необходимые для преподавания</p>	<p>A/01.6 Общепедагогическая функция. Обучение</p>	<p>Способность заниматься педагогической деятельностью в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин на основе знаний принципов педагогической деятельности; формировать и излагать учебный материал.</p>	<p>ситуационные задачи, письменное тестирование</p>

	теоретических основ и практического применения биоинженерии и биоинформатики. ПК-2.4. Руководить курсовыми и выпускными квалификационными работами по биоинженерии, биоинформатике и смежным дисциплинам.			
--	---	--	--	--

3. Содержание рабочей программы

3.1 Объем учебной дисциплины (модуля) и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов/ зачетных единиц	Семестры	Семестры	Семестры	
		5	6	7	
		часов	часов	часов	
1	2	3	4	5	
Контактная работа (всего), в том числе:	192/5,33	72	72	48	
Лекции (Л)	60/1,53	24	24	12	
Практические занятия (ПЗ),	132/3,8	48	48	36	
Самостоятельная работа обучающегося, в том числе:	96/2,7	36	36	24	
Подготовка к занятиям (ПЗ)	46/1,28	16	16	14	
Подготовка к текущему контролю (ПТК)	36/1,0	16	16	4	
Подготовка к промежуточному контролю (ППК)	14/0,42	4	4	6	
Вид промежуточной аттестации	Экзамен (Э)	36/1,0	-	-	36
ИТОГО: Общая трудоемкость	час.	324	108	108	108
	ЗЕТ	9	3	3	3

3.2. Перечень разделов учебной дисциплины и компетенций с указанием соотнесенных с ними тем разделов дисциплины

№п/п	Индекс компетенции	Наименование раздела учебной дисциплины	Содержание раздела (темы разделов)
1	2	3	4
1.	ОПК-4,5 ПК-1,2	Введение в Биоинформатику	История возникновения биоинформатики как науки. Современные взгляды на биоинформатику, ее возможности и перспективы. Базовые направления биоинформатики: геномика и протеомика. Специфика работы с биологическими данными. Методология использования подходов биоинформатики для решения фундаментальных и прикладных задач. Оптимизация поиска научной информации с помощью PubMed. Базы данных Entrez, GeneBank, EBI, EMBL, DDBJ и др., модель данных NCBI, основа формирования данных, типы данных для описания объектов (статей, последовательностей ДНК, белков, данные изменения генной экспрессии) в БД, структура записей в файлах (ключевые слова, сокращения и т.п.), форматы представления данных (Fasta, и др.), особенности представления данных в базах данных. Основные биоинформатические базы данных: NCBI (RefSeq, OMIM, Nucleotide, Gene, Protein, dbSNP, ClinVar); EMBL, UniProt, PDB, KEGG. Геномные браузеры (NCBI Map Viewer, UCSC).
2.	ОПК-4,5 ПК-1,2	Парное и множественное выравнивание.	Выравнивания последовательностей. Цели и типы выравниваний. Парное выравнивание. Fasta, BLAST (Basic Local Alignment Search Tool). Принципы выравнивания последовательностей. Понятие гомологии. Ортологи и паралоги. Расчёт оценки выравнивания (Score). Сходство последовательностей (идентичность, консервативность). Матрицы замен (PAM, BLOSUM). Глобальное и локальное выравнивание. Оптимизация выравнивания. Методы парного выравнивания (алгоритмом Ниделмана-Вунша, динамическое программирование, алгоритм Смита-Уотермана). BLAST (интерфейс, алгоритм). Инструмент для поиска удаленных

			<p>эволюционных взаимоотношений PSI-BLAST. Множественные выравнивания. БД NCBI HomoloGene. Алгоритмы и параметры множественного выравнивания. Программы для проведения множественного выравнивания решение задач множественного выравнивания с помощью программ ClustalW, Praline, Probcons, MUSCLE, Toffee. Использование метода скрытых марковских моделей для множественного выравнивания последовательностей. Домены и профили. Регулярные выражения. БД для поиска мотивов в белках PROSITE. БД по анализу белковых семейств PFAM.</p>
3.	ОПК-4,5 ПК-1,2	<p>Филогенетический анализ и молекулярная эволюция</p>	<p>Филогения и эволюционные деревья. Подходы к изучению филогенеза, видового разнообразия и эволюционных взаимоотношений на основе геномных и протеомных исследований. Современные принципы биологической таксономии. Филогенетические модели и анализ данных. Сравнительный анализ геномов в филогенетических исследованиях. Источники изменчивости генетической информации (делеции, дупликации, рекомбинации, инверсии, транслокации, перемещения мобильных генетических элементов горизонтальный перенос генетической информации, геномные мутации). Транзиции и трансверсии. Факторы эволюции генетических систем. Генетическая и эпигенетическая наследственность. Принципы определения филогенетического родства и эволюционных взаимоотношений. Концепция молекулярных часов. Филогенетические деревья. Алгоритмы построения филогенетических деревьев. Топология деревьев. MEGA – программа для филогенетического анализа последовательностей.</p>
4.	ОПК-4,5 ПК-1,2	<p>Структурная биоинформатика</p>	<p>Структура белка (вторичная, третичная, четвертичная). Методы получения трех-мерной структуры белка. PDB. Структура PDB файла. Базы данных трехмерных структур (CATH, Dali, SCOP, FSSP, NCBI Structure, NCBI CDD). Инструменты для интерактивной визуализация белковых структур. Выявления сходных 3-мерных структур белков (NCBI VAST). Изучение свойств белковых молекул при помощи программы PyMol. Методы предсказания белковых структур по последовательностям аминокислот. Моделирование трехмерной структуры белка методом гомологического моделирования в</p>

			программе Modeller.
5.	ОПК-4,5 ПК-1,2	NGS – секвенирование следующего поколения. Сборка геномов.	Современные принципы работы с целым геномом. Важнейшие задачи поиска в секвенированном геноме. Нерешенные задачи и перспективы. Сборка геномов. Инструменты для анализа качества результатов секвенирования. Инструменты для сборки и работы с геномом.
6.	ОПК-4,5 ПК-1,2	Анализ РНК и экспрессии генов	Микрочипы (microarrays) и анализ профилей экспрессии генов. Технология RNASeq. База данных NCBI UniGene, GEO (Gene Expression Omnibus) - базы данных по экспрессии генов. БД EBI: Array Express и Expression Atlas. Решение задач поиска достоверно гипер- и гипохекспрессируемых генов. Принципы нахождения координированных взаимоотношений между генами (генных сетей). Использование языка R для обработки результатов транскриптомных данных. Предварительная обработка и нормализация данных. Диаграммы рассеяния. Статистический анализ микроэрейных данных. Статистический анализ RNASeq данных. Построение тепловой карты изменения генной экспрессии.
7.	ОПК-4,5 ПК-1,2	Протеомика и метабомика	Биоинформатика для протеомных исследований. Вычисление массы и изоэлектрической точки белка. Протеолитические пептиды. Базы данных SWISS-2DPAGE, PeptideAtlas, Human Proteome Atlas, NeXtProt.

3.3. Разделы учебной дисциплины, виды учебной деятельности и формы контроля

№п/п	№ семестра	Наименование раздела учебной дисциплины (модуля)	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу обучающихся (в часах)					Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра)
			Л	ЛР	ПЗ	СРО	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1.	5	Введение в биоинформатику	12	-	24	18	54	письменное тестирование, устный опрос, контрольная работа, собеседование по ситуационным задачам
2.	5	Парное и множественное выравнивание.	12	-	24	18	54	собеседование по ситуационным задачам, письменное тестирование
3.	6	Филогенетический анализ и молекулярная эволюция	12	-	24	18	54	устный опрос, контрольная работа
4.	6	Структурная биоинформатика	12	-	24	18	54	контрольная работа, письменное тестирование, устный опрос

5.	7	NGS – секвенирование следующего поколения. Сборка геномов.	4	-	12	8	24	собеседование по ситуационным задачам, письменное тестирование, контрольная работа
6.	7	Анализ РНК и экспрессии генов	4	-	12	8	24	собеседование по ситуационным задачам, письменное тестирование, контрольная работа
7.	7	Протеомика и метаболомика	4	-	12	8	24	собеседование по ситуационным задачам, письменное тестирование, контрольная работа
Экзамен							36	
		ИТОГО:	60	-	132	96	324	

3.4. Название тем лекций и количество часов по семестрам изучения учебной дисциплины (модуля).

№ п/п	Название тем лекций учебной дисциплины (модуля)	Семестр	Семестр	Семестр
		5	6	7
1	2	3	4	5
1	Введение в биоинформатику. Основные биоинформатические ресурсы и базы данных.	8		
2	Принципы выравнивания последовательностей. Матрицы замен. Понятие гомологии. BLAST.	8		

3	PSI-BLAST. Множественное выравнивание. Профили. Домены. Базы данных PROSITE и PFAM.	8		
4	Филогенетический анализ и молекулярная эволюция.		12	
5	Структурная биоинформатика.		12	
6	NGS – секвенирование следующего поколения. Сборка геномов.			6
7	Анализ протеомных и метаболомных данных.			6
	Итого	60		

3.5. Название тем практических занятий в том числе практической подготовки и количество часов по семестрам изучения учебной дисциплины (модуля).

№ п/п	Название тем практических занятий учебной дисциплины (модуля)	Семестр	Семестр	Семестр
		5	6	7
1	2	3	4	5
1	Работа с базами данных NCBI (RefSeq, Nucleotide, Gene, Protein).	8		
2	Базы данных OMIM, UniProt, KEGG, Gene Ontology.	8		
3	eUtilites – доступ к базам данных NCBI.	6		
4	Геномный браузер UCSC.	6		
5	Парное выравнивание.	6		
6	BLAST.	6		
7	PSI-BLAST. Множественное выравнивание. Базы данных PROSITE и PFAM.	8		
8	Филогения. База данных NCBI HomoloGene.		8	
9	MEGA –программа для филогенетического анализа последовательностей.		8	
10	Базы данных трехмерных структур (CATH, Dali, SCOP, FSSP, NCBI Structure, NCBI CDD).		6	
11	Инструменты для интерактивной визуализация белковых структур. Выявления сходных 3-мерных структур белков (NCBI VAST).		6	
12	Визуализация 3D структур с использованием PyMol. Изучение свойств белковых молекул при помощи программы PyMol.		6	
13	Моделирование трехмерной структуры белка методом гомологического моделирования в программе Modeller.		6	
14	Методы получения трехмерной структуры белка. PDB. Структура PDB файла.		8	

15	Анализ качества данных секвенирования. Сборка генома.			8
16	Биоинформатические подходы к анализу РНК.			8
17	Использование языка R для обработки результатов данных микрочипов.			6
18	Использование языка R для обработки результатов данных RNASeq.			6
19	Биоинформатика для протеомных исследований. Вычисление массы и изоэлектрической точки белка. Протеолитические пептиды.			6
20	Базы данных SWISS-2DPAGE, PeptideAtlas.			6
21	Базы данных Human Proteome Atlas, NeXtProt.			8
	Итого	132		

3.6. Лабораторный практикум

Не предусмотрено учебным планом.

3.7. Самостоятельная работа обучающегося

3.7.2. Виды СРО (ВНЕАУДИТОРНАЯ РАБОТА)

№ п/п	№ семестра	Тема СРО	Виды СРО	Всего часов
1	2	3	4	5
1.	5	Введение в биоинформатику. Основные биоинформатические ресурсы и базы данных.	подготовка к занятию, подготовка к текущему контролю	18
2.	5	Принципы выравнивания последовательностей. Матрицы замен. Понятие гомологии. BLAST.	подготовка к занятию, подготовка к текущему контролю	18
3.	6	PSI-BLAST. Множественное выравнивание. Профили. Домены. Базы данных PROSITE и PFAM.	подготовка к занятию, подготовка к текущему контролю	18
4.	6	Филогенетический анализ и молекулярная эволюция.	подготовка к занятию, подготовка к текущему контролю	18
5.	7	Структурная биоинформатика.	подготовка к занятию, подготовка к текущему контролю	8
6.	7	NGS – секвенирование следующего поколения. Сборка геномов.	подготовка к занятию, подготовка к текущему контролю	8
7.	7	Протеомика и метаболомика	подготовка к занятию, подготовка к текущему контролю	8

			контролю	
ИТОГО часов в семестре:				96

3.7.3. Примерная тематика контрольных вопросов

Семестр № 5.

1. Способы описания первичной структуры белков и нуклеиновых кислот. Формат FASTA.
2. Матрицы аминокислотных и нуклеотидных замен. Серии матриц PAM и BLOSUM.
3. Оценка выравнивания. Счет выравнивания, штрафы. Линейный и аффинный штраф за делецию. Биологический смысл использования аффинного штрафа.
4. Парное и множественное выравнивание.
5. Способы получения выравнивания. Точечные матрицы сходства. Фильтрация шума на матрицах. Интерпретация.

Семестр № 6.

1. Алгоритм Нидлмана - Вунша. Глобальное выравнивание. Алгоритм Смита - Ватермана. Локальное выравнивание, его использование.
2. Формат Newick. Запись кладограмм и филограмм. Интерпретация.
3. Программные средства построения филогенетических деревьев.
4. Метод ближайшего соседа, метод попарного среднего, метод максимальной экономии и метод наибольшего правдоподобия. Биологический смысл использования данных методов.
5. Принципы построения и использования матриц расстояний. Правила объединения групп.

Семестр № 7.

1. Карты Рамачандрана - графическое описание конформации полипептида.
2. Виды филогенетических деревьев. Понятия и термины. Дерево как граф. Гомологи, ортологи и паралоги.
3. Поиск гомологичных последовательностей. Алгоритм FASTA. Алгоритм BLAST. Терминология. Параметры поиска.
4. Алгоритмы поиска информации в базах данных. Фильтрация. Синтаксис поискового запроса в NCBI. Основные разделы NCBI.
5. Эвристические алгоритмы, их преимущества и недостатки. Обоснование необходимости их применения. Алгоритм ClustalW.

4. Оценочные материалы для контроля успеваемости и результатов освоения учебной дисциплины (модуля)

4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенции:

ОПК-4. Способен применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, проводить анализ результатов и методического опыта исследования, определять практическую значимость исследования.

ОПК-5. Способен находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки, владеть основными

биоинформатическими средствами анализа.

ПК-1. Способен самостоятельно проводить теоретическую и экспериментальную научно-исследовательскую работу в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин, а также оформлять ее в письменной форме, излагать в устной форме и участвовать в различных формах дискуссий.

ПК-2. Способен заниматься педагогической деятельностью в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин на основе знаний принципов педагогической деятельности; формировать и излагать учебный материал.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ОПК-4. Способен применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и для получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, проводить анализ результатов и методического опыта исследования, определять практическую значимость исследования.	Знать методы биоинформатики и их применение для проведения анализа результатов и методического опыта исследования; способы определения практической значимости исследования.	Не знает способы применения методов биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами и; алгоритм проведения анализа результатов и методического опыта исследования; способы определения	Имеет посредственные знания способов применения методов биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами; алгоритма проведения анализа результатов и методического опыта исследования	Имеет хорошие знания способов применения методов биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами; алгоритма проведения анализа результатов и методического опыта исследования ; способов определения практической значимости исследования	Показывает отличные знания способов применения методов биоинформатики и для получения новых знаний и биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами; алгоритма проведения результатов и методического опыта исследования; способов определения практической значимости исследования.

		практической значимости и исследования.			
Уметь применять знания в области биоинформатики для проведения анализа результатов и методического опыта исследования; способов определения практической значимости исследования.	Не умеет осуществлять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами; проводить анализ результатов и методического опыта исследования; способен определять практическую значимость исследования.	Посредственно умеет осуществлять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами; проводить анализ результатов и методического опыта исследования; способен определять практическую значимость исследования.	Умеет осуществлять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами; проводить анализ результатов и методического опыта исследования; способен определять практическую значимость исследования.	Отлично умеет осуществлять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами; проводить анализ результатов и методического опыта исследования; способен определять практическую значимость исследования.	
Владеть знаниями и навыками в области биоинформатики	Не владеет методами биоинженерии и биоинформатики	Слабо владеет методами биоинженерии и биоинформатики	Хорошо владеет методами биоинженерии и биоинформатики	Свободно владеет методами биоинженерии и биоинформатики	

	тики для проведения анализа результатов и методического опыта исследования; способов определения практической значимости исследования.	биоинформатики для получения новых знаний и биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами и; алгоритмом проведения анализа результатов и методического опыта исследования; способами определения практической значимости исследования.	биоинформатики для получения новых знаний и биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами; алгоритмом проведения анализа результатов и методического опыта исследования; способами определения практической значимости исследования.	биоинформатики для получения новых знаний и биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами; алгоритмом проведения анализа результатов и методического опыта исследования; способами определения практической значимости исследования.	биоинформатики для получения новых знаний и биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами; алгоритмом проведения анализа результатов и методического опыта исследования; способами определения практической значимости исследования.
ОПК-5. Способен находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки, владеть основными биоинформатическими	Знать о структуре нуклеиновых кислот и белков, основных биоинформатических средствах анализа.	Не знает способов нахождения и использования информации, накопленной в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые	Имеет посредственные знания способов нахождения и использования информации, накопленной в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые	Имеет хорошие знания способов нахождения и использования информации, накопленной в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые	Показывает отличные знания способов нахождения и использования информации, накопленной в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые

средствами анализа.		кислоты и белки; не знает основные биоинформатические средства анализа.	белки; основных биоинформатических средств анализа.	основных биоинформатических средств анализа.	биоинформатических средств анализа.
	Уметь применять знания о нуклеиновых кислотах и белках, использовать основные биоинформатические средства анализа.	Не умеет находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; пользоваться основным и биоинформатическими средствами анализа.	Посредственно умеет находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; пользоваться основными биоинформатическими средствами анализа.	Умеет находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; пользоваться основными биоинформатическими средствами анализа.	Отлично умеет находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; пользоваться основными биоинформатическими средствами анализа.
	Владеть знаниями и навыками о нуклеиновых кислотах и белках, использования основных биоинформатических средств анализа.	Не владеет способами нахождения и использования информации, накопленной в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеинов	Слабо владеет способами нахождения и использования информации, накопленной в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки;	Хорошо владеет способами нахождения и использования информации, накопленной в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; основными	Свободно владеет способами нахождения и использования информации, накопленной в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; основными биоинформатическими

		ые кислоты и белки; основным и биоинформатическими средствами анализа.	основными биоинформатическими средствами анализа.	биоинформатическими средствами анализа.	ескими средствами анализа.
ПК-1. Способен самостоятельно проводить теоретическую и экспериментальную научно-исследовательскую работу в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин, а также оформлять ее в письменной форме, излагать в устной форме и участвовать в различных формах дискуссий.	Знать методики поиска научно-технической информации, литературного и патентного поиска по темам исследования.	Не знает научно-техническую информацию и не выполняет литературный и патентный поиск по темам исследования.	Имеет посредственные знания в изучении научно-технической информации и выполнении литературного и патентного поиска по темам исследования.	Имеет хорошие знания в изучении научно-технической информации и выполнении литературного и патентного поиска по темам исследования.	Показывает отличные знания в изучении научно-технической информации и выполнении литературного и патентного поиска по темам исследования.
	Уметь применять современные подходы, характерные для биоинформатики, для решения проблем, стоящих как перед фундаментальной, так и прикладной наукой.	Не умеет применять современные подходы, характерные для биоинженерии и биоинформатики, для решения проблем, стоящих как перед фундаментальной, так и прикладной наукой.	Посредственно умеет применять современные подходы, характерные для биоинженерии и биоинформатики, для решения проблем, стоящих как перед фундаментальной, так и прикладной наукой.	Умеет применять современные подходы, характерные для биоинженерии и биоинформатики, для решения проблем, стоящих как перед фундаментальной, так и прикладной наукой.	Отлично умеет применять современные подходы, характерные для биоинженерии и биоинформатики, для решения проблем, стоящих как перед фундаментальной, так и прикладной наукой.
	Владеть знаниями и навыками для грамотного	Не умеет использовать полученные знания	Посредственно умеет использовать полученные знания и	Умеет использовать полученные знания и профессиональ	Отлично умеет использовать полученные знания и профессиональ

	анализа большого массива информации по биологическим объектам.	и профессиональные навыки для грамотного анализа большого массива информации по биологическим объектам.	профессиональные навыки для грамотного анализа большого массива информации по биологическим объектам.	ые навыки для грамотного анализа большого массива информации по биологическим объектам.	ные навыки для грамотного анализа большого массива информации по биологическим объектам.
	Владеть знаниями и навыками биоинформатического анализа при выборе новых мишеней для лекарственных препаратов, при проведении медико-диагностических исследований.	Не умеет использовать методы биоинформатики и биоинженерии в молекулярной диагностике, выборе новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследованиях.	Посредственно умеет использовать методы биоинформатики и биоинженерии в молекулярной диагностике, выборе новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследований.	Умеет использовать методы биоинформатики и биоинженерии в молекулярной диагностике, выборе новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследований.	Отлично умеет использовать методы биоинформатики и биоинженерии в молекулярной диагностике, выборе новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследованиях.
ПК-2. Способен заниматься педагогической деятельностью в области биоинженерии, биоинформатики и смежных дисциплин на основе знаний принципов педагогической деятельности; формировать и	Знать методики преподавания биоинформатики и смежных дисциплин, владеть методами контроля знаний учащихся	Не способен преподавать биоинженерию, биоинформатику и смежные дисциплины (читать лекции, проводить семинары	Способен посредственно преподавать биоинженерию, биоинформатику и смежные дисциплины (читать лекции, проводить семинары и практикумы)	Способен преподавать биоинженерию, биоинформатику и смежные дисциплины (читать лекции, проводить семинары и практикумы) в образователь	Способен отлично преподавать биоинженерию, биоинформатику и смежные дисциплины (читать лекции, проводить семинары и практикумы) в образовательных Преподавать биоинформатику

излагать учебный материал.		и практикумы) в образовательных Преподавать биоинженерию, биоинформатику и смежные дисциплины (читать лекции, проводить семинары и практикумы) в образовательных организациях основного общего, среднего общего, среднего профессионального и высшего образования.	в образовательных Преподавать биоинженерию, биоинформатику и смежные дисциплины (читать лекции, проводить семинары и практикумы) в образовательных организациях основного общего, среднего общего, среднего профессионального и высшего образования.	ных Преподавать биоинженерию, биоинформатику и смежные дисциплины (читать лекции, проводить семинары и практикумы) в образовательных организациях основного общего, среднего общего, среднего профессионального и высшего образования.	у и смежные дисциплины (читать лекции, проводить семинары и практикумы) в образовательных организациях основного общего, среднего общего, среднего профессионального и высшего образования.
	Уметь использовать знания в области преподавания, создавать учебники и учебные пособия по биоинформатике.	Не умеет составлять учебники и учебные пособия по инженерии и биоинформатике.	Посредственно умеет составлять учебники и учебные пособия по инженерии и биоинформатике.	Хорошо умеет составлять учебники и учебные пособия по инженерии и биоинформатике.	Отлично умеет составлять учебники и учебные пособия по инженерии и биоинформатике.
	Уметь использовать знания в области биоинформатики	Не умеет разрабатывать методические	Посредственно умеет разрабатывать методически	Хорошо умеет разрабатывать методические	Отлично умеет разрабатывать методические рекомендации, необходимые

	тики для создания методических пособий теоретических основ и практического применения.	рекомендации, необходимые для преподавания теоретических основ и практического применения биоинженерии и биоинформатики.	е рекомендации, необходимые для преподавания теоретических основ и практического применения биоинженерии и биоинформатики.	рекомендации, необходимые для преподавания теоретических основ и практического применения биоинженерии и биоинформатики.	для преподавания теоретических основ и практического применения биоинженерии и биоинформатики.
	Знать методы биоинформатики и их применение для проведения анализа результатов и методического опыта исследования; способы определения практической значимости исследования.	Не умеет руководить курсовыми и выпускными квалификационными работами по биоинженерии, биоинформатике и смежным дисциплинам.	Посредственно умеет руководить курсовыми и выпускными квалификационными работами по биоинженерии, биоинформатике и смежным дисциплинам.	Хорошо умеет руководить курсовыми и выпускными квалификационными работами по биоинженерии, биоинформатике и смежным дисциплинам.	Отлично умеет руководить курсовыми и выпускными квалификационными работами по биоинженерии, биоинформатике и смежным дисциплинам.

4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по учебной дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций.

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства Тесты (Т) Билеты (Б)
ОПК-4.1. Знать способы применения методов биоинженерии и биоинформатики для	Знать методы биоинформатики и их применение для проведения результатов	Какие две из четырех последовательностей наиболее сходны? Почему? VLSDA VLSEA VLSQA VLSQF

<p>получения новых знаний и биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами; алгоритм проведения анализа результатов и методического опыта исследования; способы определения практической значимости исследования.</p>	<p>методического опыта исследования; способы определения практической значимости исследования.</p>	
<p>ОПК-4.2. Уметь применять методы биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и получения биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами; проводить анализ результатов и методического опыта исследования; способен определять практическую значимость исследования.</p>	<p>Уметь применять знания в области биоинформатики для проведения анализа результатов и методического опыта исследования; способов определения практической значимости исследования.</p>	<p>Чему равно расстояние по Хэммингу между последовательностями ASTSQ и QSTSA?</p>
<p>ОПК-4.3. Владеть методами биоинженерии и биоинформатики для получения новых знаний и биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами; алгоритмом проведения анализа результатов и методического опыта исследования; способами определения практической значимости исследования.</p>	<p>Владеть знаниями и навыками в области биоинформатики для проведения анализа результатов и методического опыта исследования; способов определения практической значимости исследования.</p>	<p>Какие записи соответствуют формату FASTA? 1) > арабидопсис MVNSNQNGNSNGHDDDFPQDSI 2) > 3QTD > MVNSNQNGNSNGHDDDFPQDSI 3) > 3QTD MVNSNQNGNSNGHDDDFPQDSI 4) > 3QTD MVNSNQ NQNGNS NGHDDDFPQDSI</p>
<p>ОПК-5.1. Знать способы нахождения и</p>	<p>Знать о структуре нуклеиновых кислот и</p>	<p>Напишите консенсусную последовательность для данного</p>

использования информации, накопленной в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; знает основные биоинформатические средства анализа.	белков, об основных биоинформатических средствах анализа.	выравнивания. ELSAESVG QLSAQSVG QLAAESIG
ОПК-5.2. Уметь находить и использовать информацию, накопленную в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; пользоваться основными биоинформатическими средствами анализа.	Уметь применять знания о нуклеиновых кислотах и белках, использовать основные биоинформатические средства анализа.	В молекуле белка всегда равен 180° градусам угол: 1) φ , 2) ψ , 3) ω , 4) χ
ОПК-5.3. Владеть способами нахождения и использования информации, накопленной в базах данных по биологическим объектам, включая нуклеиновые кислоты и белки; основными биоинформатическими средствами анализа.	Владеть знаниями и навыками о нуклеиновых кислотах и белках, использования основных биоинформатические средств анализа.	Для последовательностей GAATSC и GATTA рассчитайте оптимальное парное выравнивание с помощью алгоритма Нидмана - Вунша. Используйте BLOSUM-62 и линейный штраф за делецию, равный 8. Сколько оптимальных выравниваний с равным счетом возможно в данном случае? Почему?
ПК-1.1. Изучать научно-техническую информацию, выполнять литературный и патентный поиск по темам исследования.	Знать методики поиска научно-технической информации, литературного и патентного поиска по темам исследования.	Чему равно расстояние по Левенштайну между последовательностями ASTSQ и STSQA ?
ПК-1.2. Применять современные подходы, характерные для биоинженерии и биоинформатики, для решения проблем, стоящих как перед фундаментальной, так и прикладной наукой.	Уметь применять современные подходы, характерные для биоинформатики, для решения проблем, стоящих как перед фундаментальной, так и прикладной наукой.	Выполните поиск гомологов для белка gi 116812902. К каким организмам относятся ближайшие гомологи?
ПК-1.3. Использовать полученные знания и профессиональные	Владеть знаниями и навыками для грамотного анализа большого массива	Какова доля совпадающих аминокислот в аргинин-киназах 1 и 2 морской лилии? Для поиска

навыки для грамотного анализа большого массива информации по биологическим объектам.	информации по биологическим объектам.	используйте запрос "arginine kinase Tropiometra macrodiscus".
ПК-1.5. Использовать методы биоинформатики и биоинженерии в молекулярной диагностике, выборе новых мишеней для лекарственных препаратов, медико-диагностических исследованиях.	Владеть знаниями и навыками биоинформатического анализа при выборе новых мишеней для лекарственных препаратов, при проведении медико-диагностических исследований.	Наиболее сходны по первичной структуре: <i>Human albumin</i> - <i>Bos albumin</i> - <i>Porcine albumin</i>
ПК-2.1. Преподавать биоинженерию, биоинформатику и смежные дисциплины (читать лекции, проводить семинары и практикумы) в образовательных организациях основного общего, среднего общего, среднего профессионального и высшего образования.	Знать методики преподавания биоинформатики и смежных дисциплин, владеть методами контроля знаний учащихся	Найдите структуру 4NCY. Найдите молекулу, находящуюся в комплексе с белком в области остатка G194. Определите структурную формулу этого вещества и молекулярную массу.
ПК-2.2. Составлять учебники и учебные пособия по биоинженерии и биоинформатике.	Уметь использовать знания в области преподавания, создавать учебники и учебные пособия по биоинформатике.	Последовательность DICLGASVSLTFEVCII может принадлежать: 1) Альфа-спирали; 2) Бета-листу; 3) Петле; 4) Трансмембранному участку
ПК-2.3. Разрабатывать методические рекомендации, необходимые для преподавания теоретических основ и практического применения биоинженерии и биоинформатики.	Уметь использовать знания в области биоинформатики для создания методических пособий теоретических основ и практического применения.	Моделирование пространственного взаимодействия молекул - это: 1) Докинг, 2) Фолдинг, 3) Стэкинг, 4) Дизайн

5. Учебно-методическое обеспечение учебной дисциплины (модуля)

5.1. Перечень основной и дополнительной литературы, необходимой для освоения учебной дисциплины (модуля)

Основная литература

п/ №	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1	Биоинформатика: учебник	Часовских Н. Ю.	М.: ГЭОТАР-МЕДИА, 2020. - 346 с.	6	

Дополнительная литература

п/ №	Наименование	Автор (ы)	Год, место издания	Кол-во экземпляров	
				в библиотеке	на кафедре
1	2	3	4	5	6
1	Биоинформатика: учебно-методическое пособие	Часовских Н. Ю.	Томск: СибГМУ, 2015. — 109 с.	Неограниченный доступ	
2	Практикум по биоинформатике: учебное пособие	Часовских Н. Ю.	Томск: СибГМУ, Часть 1 — 2019. — 135 с.	Неограниченный доступ	
3	Практикум по биоинформатике: учебное пособие	Часовских Н. Ю.	Томск: СибГМУ, Часть 2 — 2019. — 126 с.	Неограниченный доступ	
4	Общая и молекулярная генетика: учеб. пособие	Жимулев И. Ф.	Новосибирск: Сибирск. унив. изд-во, 2007. - 478 с.	35	

5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения учебной дисциплины (модуля)

1. www.studmedlib.ru (Электронно-библиотечная система «Консультант студента» для ВПО)
2. <http://e.lanbook.com> (Электронно-библиотечная система «Лань»)
3. <http://library.bashgmu.ru> (База данных «Электронная учебная библиотека»)

6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по учебной дисциплине (модуля)

Использование учебных комнат и лабораторий для работы обучающихся. Специальная мебель: рабочее место для преподавателя (1 стол, 1 стул); рабочее место для обучающихся (письменные столы (парты), парты на 25 посадочных мест); письменная доска, компьютер, мультимедийный проектор, экран, стенды с учебно-методическими материалами, демонстрационный и справочный материал.

6.1. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по учебной дисциплине (модуля)

Таблица

№ п/п	Наименование вида образования, уровня образования, профессии, специальности, направления подготовки (для профессионального образования), подвида дополнительного образования	Наименование объекта, подтверждающего наличие материально-технического обеспечения, с перечнем основного оборудования	Адрес (местоположение) объекта, подтверждающего наличие материально-технического обеспечения, (с указанием номера такого объекта в соответствии с документами по технической инвентаризации)
1	2	3	4
1	Высшее, специалитет, 06.05.01 Биоинформатика и биоинженерия	Учебный корпус № 7 ФГБОУ ВО БГМУ Минздрава России, кафедра фундаментальной и прикладной микробиологии с: Учебная аудитория № 514 для проведения практических занятий, индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Оборудование: учебная мебель на 25 рабочих мест, рабочее место преподавателя (стол, стул), доска учебная меловая.	450008, Республика Башкортостан, г. Уфа, Кировский р-н, ул. Пушкина, д. 96, корп. 98. Этаж 5. Учебная аудитория № 514

6.2. Современные профессиональные базы данных, информационные справочные системы

1. <http://www.pubmedcentral.nih.gov> - U.S. National Institutes of Health (NIH). Свободный цифровой архив журнальных публикаций по результатам

биомедицинских научных исследований.

2. <http://medbiol.ru> - Сайт для образовательных и научных целей.
3. <http://www.biochemistry.org> - Сайт Международного биохимического общества (The International Biochemical Society).
4. <http://www.clinchem.org> - Сайт журнала Clinical Chemistry. Орган Американской ассоциации клинической химии - The American Association for Clinical Chemistry (AACC). (Международное общество, объединяющее специалистов в области медицины, в сферу профессиональных интересов которых входят: клиническая химия, клиническая лабораторная наука и лабораторная медицина).
5. <http://biomolecula.ru/> - биомолекула - сайт, посвящённый молекулярным основам современной биологии и практическим применениям научных достижений в медицине и биотехнологии.
6. <https://www.merlot.org/merlot/index.htm> - MERLOT - Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching.
7. www.elibrary.ru - национальная библиографическая база данных научного цитирования (профессиональная база данных)
8. www.scopus.com - крупнейшая в мире единая реферативная база данных (профессиональная база данных)
9. www.pubmed.com - англоязычная текстовая база данных медицинских и биологических публикаций (профессиональная база данных).

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

№ п/п	Наименование	Описание	Кол-во	Поставщик	Где установлено
1.	Права на программу для ЭВМ корпоративная лицензия на специальный набор программных продуктов Microsoft Desktop School ALNG LicSAPk OLVS E 1Y AcademicEdition Enterprase	Операционная система Microsoft Windows + офисный пакет Microsoft Office	200	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедры подразделения Университета
2.	Права на программу для ЭВМ набор веб-сервисов, предоставляющих доступ к различным программам и услугам на основе платформы Microsoft Office для образования Microsoft Office 365 A5 for faculty - Annually	Организация ВКС Microsoft Teams	25	ООО «Софтлайн Трейд»	Лекционные аудитории Кафедры подразделения Университета
3.	Права на программу для ЭВМ система антивирусной защиты персональных компьютеров Dr.Web Desktop Security Suite Комплексная защита + Центр управления	Антивирусная защита (российское ПО)	1750	ООО «Софтлайн Трейд»	Сервера, кафедры и подразделения Университета
4.	Права на программу для ЭВМ система антивирусной защиты рабочих станций и файловых серверов Kaspersky Endpoint Security для бизнеса – Стандартный Russian Edition. 500-999 Node 1 year Educational Renewal License	Антивирусная защита (российское ПО)	450	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедры подразделения Университета
5.	Права на программу для ЭВМ Офисное программное обеспечение МойОфис Стандартный	Офисный пакет (российское ПО)	120	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедры и подразделения Университета
6.	Права на программу для ЭВМ Операционная система для образовательных учреждений Астра Linux Common Edition	Операционная система (российское ПО)	40	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедры и подразделения Университета
7.	Права на программу для ЭВМ Система контент-филтрации SkyDNS	Филтрация интернет-контента (российское ПО)	1	ООО «Софтлайн Трейд»	Сервер
8.	Права на программу для ЭВМ Система для организации и	Организации веб-	1	ООО «Софтлайн	Сервер

	проведения веб-конференций, вебинаров, мастер-классов Mirapolis Virtual Room	конференций, вебинаров, мастер-классов (российское ПО)	Трейд»	
9.	Права на программу для ЭВМ Система дистанционного обучения Русский Moodle 3KL	Учебный портал (в составе ЭИОС БГМУ) (российское ПО)	«Софтлайн Трейд»	Хостинг на внешнем ресурсе
10.	Права на программу для ЭВМ "АИС «БИТ: Управление вузом»"	Электронный деканат (в составе ЭИОС БГМУ) (российское ПО) (российское ПО)	Компания «Первый БИТ»	Сервер
11.	Права на программу для ЭВМ «IC-Битрикс: Внутренний портал учебного заведения» (неогр. кол-во пользователей)	Корпоративный портал (в составе ЭИОС БГМУ) (российское ПО)	ООО «ВэбСофт»	Сервер
12.	Права на программу для ЭВМ «IC-Битрикс: Управление сайтом - Эксперт»	Сайт ОО (в составе ЭИОС БГМУ) (российское ПО)	ООО «ВэбСофт»	Хостинг на внешнем ресурсе
13.	Права на программу для ЭВМ «IC-Битрикс: Сайт учебного заведения»		ООО «ВэбСофт»	Хостинг на внешнем ресурсе
14.	Права на программу для ЭВМ пакет для статистического анализа Statistica Basic Academic for Windows 12 Russian/12 English	Пакет для статистического анализа данных	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедра общественного здоровья и организации здравоохранения
15.	Права на программу для ЭВМ пакет для статистического анализа Statistica Basic Academic for Windows 10 Russian/13 English		ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедра эпидемиологии – 3 шт., Кафедра патофизиологии – 4 шт., Кафедра эпидемиологии – 3 шт.,

				Кафедра фармакологии – 1 шт.
16. Права на программу для ЭВМ пакет для статистического анализа Statistica Basic Academic for Windows 13 Russian/13 English		5	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедра нормальной физиологии – 4 шт., Кафедра стоматологии детского возраста и ортодонтии – 1 шт.
Права на программу для ЭВМ пакет для статистического анализа Statistica Basic Academic for Windows 13 Russian/13 English		75	ООО «Софтлайн Трейд»	Кафедра медицинской физики
Права на программу для ЭВМ пакет для статистического анализа Statistica Basic Academic for Windows 13 Russian/13 English (сетевая)		50	ООО «Софтлайн Трейд»	Сервер