

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный аграрный университет»

Институт животноводства и аквакультуры имени В.И. Наумова  
Кафедра крупного животноводства

УТВЕРЖДЕНО  
Директор института  
животноводства и аквакультуры  
имени В.И. Наумова  
\_\_\_\_\_ С.П. Складов  
\_\_\_\_\_ 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«ОСНОВЫ БИОИНФОРМАТИКИ»  
основной профессиональной образовательной программы –  
образовательной программы высшего образования

Уровень профессионального образования  
высшее образование – бакалавриат

Направление подготовки  
*06.03.01 Биология*

Направленность (профиль) образовательной программы  
*Молекулярная биология и микробиология*

Форма обучения  
*очная*

Санкт-Петербург  
2025

Директор института \_\_\_\_\_ С.П. Складов

ИО заведующего выпускающей  
кафедрой \_\_\_\_\_ С.П. Складов

Руководитель образовательной  
программы \_\_\_\_\_ А.А. Фисенко

Разработчик,  
старший преподаватель  
кафедры крупного  
животноводства \_\_\_\_\_ А.А. Фисенко

СОГЛАСОВАНО:

Заведующий библиотекой \_\_\_\_\_ Н.А. Борош

## Содержание

1 Результаты обучения по дисциплине .....	4
2 Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы.....	5
3 Структура и содержание дисциплины .....	5
4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины .....	13
4.1 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства .....	13
4.2 Учебное обеспечение дисциплины .....	13
4.3 Методическое обеспечение дисциплины .....	14
4.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	14
5 Материально-техническое обеспечение дисциплины.....	16
6 Особенности реализации дисциплины в отношении лиц из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья .....	22

## 1 Результаты обучения по дисциплине

Результаты обучения по дисциплине «Основы биоинформатики» представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты обучения по дисциплине

№ п/п	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Код и наименование результата обучения
1	ПК-5 Способен проводить молекулярно-биологические исследования и оценку полученных данных	ИПК-5.1 применяет современные информационные технологии и специализированные программы для проведения биоинформационного анализа данных	З-ИПК-5.1 <i>Знать:</i> основные понятия, подходы, информационные ресурсы и методы анализа данных, используемые в биоинформатике. У-ИПК-5.1 <i>Уметь:</i> применять основные подходы, информационные ресурсы и методы биоинформатики для решения прикладных задач. В-ИПК-5.1 <i>Владеть:</i> практическим опытом анализа качества данных, использования методов биоинформатики для решения прикладных задач.
		ИПК-5.2 использует методы молекулярно-биологического скрининга культур микроорганизмов и направленной селекции по хозяйственно ценным признакам	З-ИПК-5.2 <i>Знать:</i> основные понятия, подходы и методы анализа данных используемые в биоинформатике. У-ИПК-5.2 <i>Уметь:</i> использовать интернет ресурсы при скрининге культур микроорганизмов и селекции по хозяйственно ценным признакам. В-ИПК-5.2 <i>Владеть:</i> навыками использования методов биоинформатики для решения прикладных.

## **2 Место дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы**

Дисциплина (модуль) *«Основы биоинформатики»* относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 «Дисциплины (модули)» образовательной программы.

## **3 Структура и содержание дисциплины**

Общая трудоемкость дисциплины (модуля) *«Основы биоинформатики»* составляет 3 зачетных единицы /108 часов (таблица 2).

Содержание дисциплины (модуля) *«Основы биоинформатики»* представлено в таблицах 3 – 6.

Таблица 2. Структура дисциплины  
Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам  
ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час. всего/*	В т.ч. по семестрам
		№8
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	108	108
1. Контактная работа:	36,3	36,3
Аудиторная работа	32	32
<i>в том числе:</i>		
<i>лекции (Л)</i>	12	12
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	24	24
<i>лабораторные работы (ЛР)</i>	-	-
<i>курсовая работа (проект) (КР/КП) (консультация, защита)</i>	-	-
<i>консультации перед экзаменом</i>	-	-
2. Самостоятельная работа (СРС)	71,7	71,7
<i>реферат/эссе (подготовка)</i>	-	-
<i>курсовая работа/проект (КР/КП) (подготовка)</i>	-	-
<i>контрольная работа</i>	-	-
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)</i>	35,7	35,7
<i>Подготовка к экзамену (контроль)</i>	36	36
<i>Подготовка к зачёту/ зачёту с оценкой (контроль)</i>	-	-
Вид промежуточного контроля:	Экзамен	
Промежуточный контроль	0,3 часа	

Таблица 3. Содержание дисциплины *Основы биоинформатики*

№ п/п	Название раздела дисциплины	Форма образовательной деятельности		Количество часов
				очная форма обучения
1	2	3		4
1	Введение в биоинформатику.	занятия лекционного типа	всего	2
			в том числе в форме практической подготовки	-
		занятия семинарского типа	всего	4
			в том числе в форме практической подготовки	-
		самостоятельная работа обучающихся		5,7
2	Парное и множественное выравнивание.	занятия лекционного типа	всего	2
			в том числе в форме практической подготовки	-
		занятия семинарского типа	всего	4
			в том числе в форме практической подготовки	-
		самостоятельная работа обучающихся		6
3	Филогенетический анализ и молекулярная эволюция.	занятия лекционного типа	всего	2
			в том числе в форме практической подготовки	-
		занятия семинарского типа	всего	4
			в том числе в форме практической подготовки	-
		самостоятельная работа обучающихся		6
4	Структурная биоинформатика.	занятия лекционного типа	всего	2
			в том числе в форме практической подготовки	-
		занятия семинарского типа	всего	4
			в том числе в форме практической подготовки	-
		самостоятельная работа обучающихся		6
5	NGS–секвенирование следующего поколения. Сборка геномов.	занятия лекционного типа	всего	2
			в том числе в форме практической подготовки	-
		занятия семинарского типа	всего	4
			в том числе в форме практической подготовки	-
		самостоятельная работа обучающихся		6
6	Анализ РНК и экспрессии генов.	занятия лекционного типа	всего	2
			в том числе в форме практической подготовки	-
		занятия семинарского типа	всего	4
			в том числе в форме практической подготовки	-
		самостоятельная работа обучающихся		6
Контроль				36
Экзамен				0,3
Итого				108

Таблица 4. Содержание занятий лекционного типа

№ п/п	Название раздела дисциплины	Содержание занятий лекционного типа	Код результата обучения	Количество часов
				очная форма обучения
1	2	3	4	5
1	Введение в биоинформатику.	Основные биоинформатические ресурсы и базы данных. История возникновения биоинформатики как науки. Современные взгляды на биоинформатику, ее возможности и перспективы. 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).	3-ИПК-5.1, 3-ИПК-5.2	2
2	Парное и множественное выравнивание.	Принципы выравнивания последовательностей. Матрицы замен. Понятие гомологии. BLAST. PSI-BLAST. Множественное выравнивание. Профили. Домены. Базы данных PROSITE и PFAM. 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 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.	3-ИПК-5.1, 3-ИПК-5.2	2



3	Филогенетический анализ и молекулярная эволюция.	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.	3-ИПК-5.1, 3-ИПК-5.2	2
4	Структурная биоинформатика.	Структура белка (вторичная, третичная, четвертичная). Методы получения трехмерной структуры белка. PDB. Структура PDB файла. Базы данных трехмерных структур (CATH, Dali, SCOP, FSSP, NCBI Structure, NCBI CDD). Инструменты для интерактивной визуализации 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 программе Modeller.	3-ИПК-5.1, 3-ИПК-5.2	2
5	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.	3-ИПК-5.1, 3-ИПК-5.2	2
6	Анализ РНК и экспрессии генов.	Микрочипы (microarrays) и анализ профилей экспрессии генов. Технология RNASeq. База данных 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 транскриптомных данных. Построение тепловой карты изменения генной экспрессии.	3-ИПК-5.1, 3-ИПК-5.2	2
<b>Итого</b>				<b>12</b>

Таблица 5. Содержание и формы занятий семинарского типа

№ п/ п	Название раздела дисциплины	Формы и содержание занятий семинарского типа	Код результата обучения	Количество часов, в том числе в форме практической подготовки
				очная форма обучения
1	2	3	4	5
1	Введение в биоинформатику.	Практическое занятие. Работа с базами данных NCBI (RefSeq, Nucleotide, Gene, Protein, dbSNP, ClinVar). Базы данных OMIM, UniProt, KEGG, Gene Ontology.	У-ИПК-5.1, У-ИПК-5.2, В-ИПК-5.1, В-ИПК-5.2	4
2	Парное и множественное выравнивание.	Практическое занятие. Парное выравнивание. BLAST. PSI-BLAST. Множественное выравнивание. Базы данных PROSITE и PFAM.	У-ИПК-5.1, У-ИПК-5.2, В-ИПК-5.1, В-ИПК-5.2	4
3	Филогенетический анализ и молекулярная эволюция.	Практическое занятие. Филогения. База данных NCBI HomoloGene. MEGA–программа для филогенетического анализа последовательностей.	У-ИПК-5.1, У-ИПК-5.2, В-ИПК-5.1, В-ИПК-5.2	4
4	Структурная биоинформатика.	Практическое занятие. Инструменты для интерактивной визуализация белковых структур. Выявления сходных 3-мерных структур белков (NCBI VAST). Визуализация 3D структур с использованием PyMol. Изучение свойств белковых молекул при помощи программы PyMol.	У-ИПК-5.1, У-ИПК-5.2, В-ИПК-5.1, В-ИПК-5.2	4
5	NGS–секвенирование следующего поколения. Сборка геномов.	Практическое занятие. Анализ качества данных секвенирования. Сборка генома.	У-ИПК-5.1, У-ИПК-5.2, В-ИПК-5.1, В-ИПК-5.2	4
6	Анализ РНК и экспрессии генов.	Практическое занятие. Использование языка R для обработки результатов данных микрочипов.	У-ИПК-5.1, У-ИПК-5.2, В-ИПК-5.1, В-ИПК-5.2	4
<b>Итого</b>				<b>24</b>

Таблица 6. Содержание и формы самостоятельной работы обучающихся

№ п/п	Название раздела дисциплины (модуля)	Формы и содержание самостоятельной работы обучающихся	Код результата обучения	Количество часов
				очная форма обучения
1	2	3	4	5
1	Введение в биоинформатику.	<p>Повторение материала:</p> <p>Основные биоинформатические ресурсы и базы данных. 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).</p>	3-ИПК-5.1, 3-ИПК-5.2, У-ИПК-5.1, У-ИПК-5.2, В-ИПК-5.1, В-ИПК-5.2	5,7
2	Парное и множественное выравнивание.	<p>Повторение материала:</p> <p>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 эволюционных взаимоотношений PSI-BLAST. Алгоритмы и параметры множественного выравнивания. Программы для проведения множественного выравнивания решение задач множественного выравнивания с помощью программ ClustalW, Praline, Probcons, MUSCLE, TCOffee. 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-ИПК-5.1, 3-ИПК-5.2, У-ИПК-5.1, У-ИПК-5.2, В-ИПК-5.1, В-ИПК-5.2	6
3	Филогенетический анализ и молекулярная эволюция.	<p>Повторение материала:</p> <p>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.</p>	3-ИПК-5.1, 3-ИПК-5.2, У-ИПК-5.1, У-ИПК-5.2, В-ИПК-5.1, В-ИПК-5.2	6

4	Структурная биоинформатика.	<p>Повторение материала:</p> <p>Структура белка (вторичная, третичная, четвертичная). Методы получения трехмерной 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.</p>	3-ИПК-5.1, 3-ИПК-5.2, У-ИПК-5.1, У-ИПК-5.2, В-ИПК-5.1, В-ИПК-5.2	6
5	NGS–секвенирование следующего поколения. Сборка геномов.	<p>Повторение материала:</p> <p>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.</p>	3-ИПК-5.1, 3-ИПК-5.2, У-ИПК-5.1, У-ИПК-5.2, В-ИПК-5.1, В-ИПК-5.2	6
6	Анализ РНК и экспрессии генов.	<p>Повторение материала:</p> <p>Микрочипы (microarrays) и анализ профилей экспрессии генов. Технология RNASeq. База данных GEO (Gene Expression Omnibus) - базы данных по экспрессии генов. БД EBI: Array Express и Expression Atlas. Решение задач поиска достоверно гипер- и гипо- экспрессируемых генов. Принципы нахождения координированных взаимоотношений между генами (генных сетей). Использование языка R для обработки результатов транскриптомных данных. Статистический анализ транскриптомных данных. Построение тепловой карты изменения генной экспрессии.</p>	3-ИПК-5.1, 3-ИПК-5.2, У-ИПК-5.1, У-ИПК-5.2, В-ИПК-5.1, В-ИПК-5.2	6
<b>Итого</b>				<b>35,7</b>

#### 4 Учебно-методическое обеспечение дисциплины

##### 4.1 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

Состав лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства, дисциплины «Основы биоинформатики» представлен в таблице 7.

Таблица 7. Программное обеспечение дисциплины, в том числе отечественного производства

№ п/п	Программное обеспечение	Страна производства	Реквизиты документа
Лицензионное программное обеспечение			
1.	Microsoft	США	Контракт на оказание услуг № 03721000213210000390001 от 22.12.2021
Свободно распространяемое программное обеспечение			
2.	Adobe Acrobat Reader DC	США	открытое лицензионное соглашение GNU
3.	Adobe Foxit Reader	США	открытое лицензионное соглашение GNU
4.	WinRar	США	открытое лицензионное соглашение GNU
5.	7Zip	США	открытое лицензионное соглашение GNU
6.	Google Chrome	США	открытое лицензионное соглашение GNU
7.	Mozilla Firefox	США	открытое лицензионное соглашение GNU
8.	Linux	Финляндия	открытое лицензионное соглашение GNU

##### 4.2 Учебное обеспечение дисциплины

Учебное обеспечение дисциплины «Основы биоинформатики» представлено в таблице 8.

Таблица 8. Обеспеченность дисциплины учебными изданиями

№ п/п	Учебное издание	Вид учебного издания	Количество экземпляров
1	Часовских, Н. Ю. Практикум по биоинформатике: учебное пособие / Н. Ю. Часовских. — Томск: СибГМУ, [б. г.]. —	электронное	

	Часть 1 — 2019. — 135 с. — ISBN 978-5-98591-145-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/138707">https://e.lanbook.com/book/138707</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.		
2	Часовских, Н. Ю. Практикум по биоинформатике: учебное пособие / Н. Ю. Часовских. — Томск: СибГМУ, [б. г.]. — Часть 2 — 2019. — 126 с. — ISBN 978-5-98591-147-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/138708">https://e.lanbook.com/book/138708</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	электронное	
3	Часовских, Н. Ю. Биоинформатика: учебно-методическое пособие / Н. Ю. Часовских. — Томск: СибГМУ, 2015. — 109 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/105971">https://e.lanbook.com/book/105971</a> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.	электронное	
4	Володченкова, Л. А. Биоинформатика: учебное пособие: [16+] / Л. А. Володченкова: Омский государственный университет им. Ф. М. Достоевского. — Омск: Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского (ОмГУ), 2018. — 44 с.: ил. — Режим доступа: по подписке. — URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=563147">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=563147</a> . — Библиогр. в кн. — ISBN 978-5-7779-2214-4. — Текст: электронный.	электронное	

#### 4.3 Методическое обеспечение дисциплины

Методическое обеспечение дисциплины «*Основы биоинформатики*» представлено в таблице 9.

Таблица 9. Обеспеченность дисциплины (модуля) методическими изданиями

№ п/п	Методическое издание	Вид методического издания	Количество экземпляров
1	-	-	-

#### 4.4 Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Состав современных профессиональных баз данных и

информационных справочных систем дисциплины «Основы биоинформатики» представлен в таблице 10.

Таблица 10. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

№ п/п	Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы	Режим доступа
1	<a href="https://e.lanbook.com">https://e.lanbook.com</a>	для авториз. пользователей.
2	Сайт дистанционного обучения СПбГАУ [Электронный ресурс]	<a href="http://lms.spbgau.ru/">http://lms.spbgau.ru/</a>
3	Информационная база данных научных статей	<a href="https://elibrary.ru/">https://elibrary.ru/</a>
4	Информационная база данных научных статей	<a href="https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/">https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/</a>
5	Сайт научной электронной библиотеки	<a href="http://eor.edu.ru">http://eor.edu.ru</a>
6	Сайт Минобрнауки РФ	<a href="http://mon.gov.ru">http://mon.gov.ru</a>
7	библиотека федерального портала «Российское образование» (содержит каталог ссылок на интернет-ресурсы, электронные библиотеки по различным вопросам образования)	<a href="http://www.edu.ru/">http://www.edu.ru/</a>
8	Сайт Президентской библиотеки	<a href="http://www.prilib.ru">http://www.prilib.ru</a>
9	Сайт национальной электронной библиотеки	<a href="http://www.rusneb.ru">http://www.rusneb.ru</a>
10	ChEMBL – экспериментальные данные об активности низкомолекулярных веществ	<a href="https://www.ebi.ac.uk/chembl/">https://www.ebi.ac.uk/chembl/</a>
11	Геномный браузер UCSC	<a href="https://genome.ucsc.edu/">https://genome.ucsc.edu/</a>
12	NCBI dbGaP – данные о генотипах и фенотипах	<a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/gap">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/gap</a>
13	NCBI EST – ярлыки экспрессированных последовательностей	<a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucest/">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nucest/</a>
14	NCBI Gene – информация о генах	<a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/gene">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/gene</a>
15	Genome Project – информация о проекте Геном	<a href="https://www.genome.gov/10001772/all-about-the--human-genome-project-hgp/">https://www.genome.gov/10001772/all-about-the--human-genome-project-hgp/</a>
16	NCBI Genome –целые геномные последовательности	<a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genome/">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genome/</a>
17	NCBI GEO DataSets – экспериментальные множества экспрессий БД GEO	<a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/gds">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/gds</a>
18	NCBI GEO Profiles – экспрессионные профили	<a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/geoprofiles/">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/geoprofiles/</a>
19	NCBI HomoloGene – эукариотические гомологичные группы	<a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/homologene">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/homologene</a>
20	KEGG – коллекция баз данных по	<a href="http://www.genome.jp/kegg/">http://www.genome.jp/kegg/</a>

	сигнальным и регуляторным путям	
21	NCBI Nucleotide – набор нуклеотидных последовательностей	<a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nuccore</a>
22	OMIM – менделевское наследование признаков у людей	<a href="http://www.omim.org/">http://www.omim.org/</a>
23	PFAM - семейства белков с аннотациями и множественным выравниванием последовательностей генерированном с использованием скрытых марковских моделей	<a href="http://pfam.xfam.org/">http://pfam.xfam.org/</a>
24	PROSITE – белковые семейства и домены	<a href="http://prosite.expasy.org/">http://prosite.expasy.org/</a>
25	NCBI Protein – белковые последовательности	<a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/protein">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/protein</a>
26	Protein Data Bank (PDB) – база данных по 3D структурам макромолекул	<a href="http://www.rcsb.org">http://www.rcsb.org</a>
27	PubChem – биоактивные химические соединения	<a href="https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/">https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/</a>
28	Reactom – регуляторные и сигнальные пути	<a href="http://www.reactome.org/">http://www.reactome.org/</a>
29	NCBI RefSeq – референтные последовательности	<a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/refseq/">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/refseq/</a>
30	NCBI ClinVar – связь геномных вариаций со здоровьем человека	<a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/clinvar/">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/clinvar/</a>
31	NCBI dbSNP – единичные полиморфизмы	<a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/SNP/">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/SNP/</a>
32	NCBI Structure – трехмерные макромолекулярные структуры	<a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Structure">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Structure</a>
33	NCBI Taxonomy – систематика организмов, представленных в GeneBank	<a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/taxonomy">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/taxonomy</a>
34	NCBI UniGene – кластеры последовательностей транскриптов	<a href="http://www.ncbi.nlm.nih.gov/unigene">http://www.ncbi.nlm.nih.gov/unigene</a>
35	UniProt – информация о белках	<a href="http://www.uniprot.org/">http://www.uniprot.org/</a>
36	Базы данных European Bioinformatics Institute (EBI)	<a href="http://www.ebi.ac.uk/">http://www.ebi.ac.uk/</a>

## 5 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническое обеспечение дисциплины «Основы биоинформатики» представлено в таблице 11.



Таблица 11. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, технических средств обучения используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом
1	2	3
1	<p><b>1. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа</b>  1.1 Аудитория 1219– учебная аудитория для проведения семинаров:  Перечень основного оборудования  1. Доска маркерная  2. Комплект мультимедийного оборудования  3. Сетевой фильтр  Перечень технических средств обучения  1. Экран  2. Интерактивный проектор  3. Автоматизированное рабочее место с персональным компьютером  Программное обеспечение  1. Microsoft CША Контракт на оказание услуг № 03721000213210000390001 от 22.12.2021  2. Adobe Acrobat Reader DC CША открытое лицензионное соглашение GNU  3. Adobe Foxit Reader CША открытое лицензионное соглашение GNU  4. WinRar CША открытое лицензионное соглашение GNU  5. 7Zip Google Chrome CША открытое лицензионное соглашение GNU  6. Mozilla Firefox CША открытое лицензионное соглашение GNU</p>	<p>196601, Санкт-Петербург, город Пушкин,  Петербургское шоссе, дом 2, строение 2</p>
2	<p><b>2. Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа</b>  2.1 Аудитория 1227:  Перечень основного оборудования  1. Доска маркерная  2. Комплект мультимедийного оборудования  3. Сетевой фильтр  Перечень технических средств обучения  1. Экран</p>	<p>196601, Санкт-Петербург, город Пушкин,  Петербургское шоссе, дом 2, строение 2</p>

№ п/п	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, технических средств обучения используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом
	<p>2. Интерактивный проектор</p> <p>3. Автоматизированное рабочее место с персональным компьютером</p> <p>Программное обеспечение</p> <p>1. Microsoft США Контракт на оказание услуг № 03721000213210000390001 от 22.12.2021</p> <p>2. Adobe Acrobat Reader DC США открытое лицензионное соглашение GNU</p> <p>3. Adobe Foxit Reader США открытое лицензионное соглашение GNU</p> <p>4. WinRar США открытое лицензионное соглашение GNU</p> <p>5. 7Zip Google Chrome США открытое лицензионное соглашение GNU</p> <p>6. Mozilla Firefox США открытое лицензионное соглашение GNU</p>	
3	<p><b>3. Учебные аудитории для проведения групповых консультаций</b></p> <p>3.1 Аудитория 347 – учебная аудитория для проведения практических занятий:</p> <p>Перечень основного оборудования</p> <p>1. специализированная мебель (место преподавателя, столы, стулья, шкаф/стеллаж, трибуна, доска меловая)</p> <p>2. микроскоп XSH-103B</p> <p>3. микроскоп бинокулярный МИКТРОН-209</p> <p>4. микроскоп инвертированный «Биомед ЗИ»</p> <p>5. модель ДНК, модель животной клетки</p> <p>6. модель растительной клетки</p> <p>7. учебные наглядные пособия (таблицы, плакаты)</p> <p>8. тематические папки дидактических материалов</p> <p>9. комплект учебно-методической документации</p> <p>10. комплект учебных пособий (учебников) по количеству обучающихся.</p> <p>Перечень технических средств обучения</p> <p>1. аудиоколонки</p> <p>2. ноутбук</p> <p>Программное обеспечение</p> <p>1. Лицензионное программное обеспечение Microsoft (Windows XP, Windows Server 2003,</p>	<p>196601, Санкт-Петербург, город Пушкин, Петербургское шоссе, дом 2, строение 2</p>

№ п/п	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, технических средств обучения используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом
	<p>Windows XP Professional x64 Edition, Windows Vista, Windows Server 2008, Windows 7, Windows Server 2012, Windows 8, Windows 8.1, Windows 10, Microsoft Office 2010, Microsoft Office 2013, Microsoft Office 365).</p> <p>2. Лицензионное программное обеспечение ИАС «СЕЛЭКС» - Молочный скот. Племенной учет в хозяйствах. Учебная версия</p> <p>3. Свободно распространяемое программное обеспечение Adobe Acrobat Reader DC.</p> <p>4. Свободно распространяемое программное обеспечение Adobe Foxit Reader</p> <p>5. Свободно распространяемое программное обеспечение WinRAR</p> <p>6. Свободно распространяемое программное обеспечение 7-Zip</p> <p>7. Свободно распространяемое программное обеспечение Google Chrome</p> <p>8. Свободно распространяемое программное обеспечение Mozilla Firefox</p> <p>9. Свободно распространяемое программное обеспечение Linux</p>	
4	<p><b>4. Учебные аудитории для проведения индивидуальной работы обучающихся</b></p> <p>3.1 Аудитория 1227 – учебная аудитория для проведения семинаров:</p> <p>Перечень основного оборудования</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Доска маркерная</li> <li>2. Комплект мультимедийного оборудования</li> <li>3. Сетевой фильтр</li> </ol> <p>Перечень технических средств обучения</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Экран</li> <li>2. Интерактивный проектор</li> <li>3. Автоматизированное рабочее место с персональным компьютером</li> </ol> <p>Программное обеспечение</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Microsoft США Контракт на оказание услуг № 03721000213210000390001 от 22.12.2021</li> <li>2. Adobe Acrobat Reader DC США открытое лицензионное соглашение GNU</li> <li>3. Adobe Foxit Reader США открытое лицензионное соглашение GNU</li> <li>4. WinRAR США открытое лицензионное соглашение GNU</li> <li>5. 7Zip Google Chrome США открытое лицензионное соглашение GNU</li> </ol>	<p>196601, Санкт-Петербург, город Пушкин, Петербургское шоссе, дом 2, строение 2</p>

№ п/п	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, технических средств обучения используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом
	6. Mozilla Firefox США открытое лицензионное соглашение GNU	
5	<b>5. Учебные аудитории для проведения самостоятельной работы обучающихся</b> 3.1 Аудитория 1227– учебная аудитория для проведения семинаров: Перечень основного оборудования 1. Доска маркерная 2. Комплект мультимедийного оборудования 3. Сетевой фильтр Перечень технических средств обучения 1. Экран 2. Интерактивный проектор 3. Автоматизированное рабочее место с персональным компьютером Программное обеспечение 1. Microsoft США Контракт на оказание услуг № 03721000213210000390001 от 22.12.2021 2. Adobe Acrobat Reader DC США открытое лицензионное соглашение GNU 3. Adobe Foxit Reader США открытое лицензионное соглашение GNU 4. WinRar США открытое лицензионное соглашение GNU 5. 7Zip Google Chrome США открытое лицензионное соглашение GNU 6. Mozilla Firefox США открытое лицензионное соглашение GNU	196601, Санкт-Петербург, город Пушкин, Петербургское шоссе, дом 2, строение 2
6	<b>6. Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации</b> 3.1 Аудитория 1227– учебная аудитория для проведения семинаров: Перечень основного оборудования 1. Доска маркерная 2. Комплект мультимедийного оборудования 3. Сетевой фильтр Перечень технических средств обучения 1. Экран 2. Интерактивный проектор 3. Автоматизированное рабочее место с персональным компьютером	196601, Санкт-Петербург, город Пушкин, Петербургское шоссе, дом 2, строение 2

№ п/п	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, технических средств обучения используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом
	Программное обеспечение 1. Microsoft CША Контракт на оказание услуг № 03721000213210000390001 от 22.12.2021 2. Adobe Acrobat Reader DC CША открытое лицензионное соглашение GNU 3. Adobe Foxit Reader CША открытое лицензионное соглашение GNU 4. WinRar CША открытое лицензионное соглашение GNU 5. 7Zip Google Chrome CША открытое лицензионное соглашение GNU 6. Mozilla Firefox CША открытое лицензионное соглашение GNU	

## **6 Особенности реализации дисциплины в отношении лиц из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

*Для инвалидов и лиц с ОВЗ может изменяться объём дисциплины в часах, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося (при этом не увеличивается количество зачётных единиц, выделенных на освоение дисциплины).*

### **Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины**

#### **Студенты с нарушениями зрения:**

- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате, позволяющем переводить плоскопечатную информацию в аудиальную или тактильную форму;
- возможность использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие адаптировать материалы, осуществлять приём и передачу информации с учетом индивидуальных особенностей, и состояния здоровья студента;
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
- использование чёткого и увеличенного по размеру шрифта, и графических объектов в мультимедийных презентациях;
- использование инструментов «лупа», «прожектор» при работе с интерактивной доской;
- озвучивание визуальной информации, представленной обучающимся в ходе занятий;
- обеспечение раздаточным материалом, дублирующим информацию, выводимую на экран;
- наличие подписей и описания у всех используемых в процессе обучения рисунков и иных графических объектов, что даёт возможность перевести письменный текст в аудиальный;
- обеспечение особого речевого режима преподавания: лекции читаются громко, разборчиво, отчётливо, с паузами между смысловыми блоками информации, обеспечивается интонирование, повторение, акцентирование, профилактика рассеивания внимания;
- минимизация внешнего шума и обеспечение спокойной аудиальной обстановки;
- возможность вести запись учебной информации студентами в удобной для них форме (аудиально, аудиовизуально, на ноутбуке, в виде пометок в заранее подготовленном тексте);
- увеличение доли методов социальной стимуляции (обращение внимания, апелляция к ограничениям по времени, контактные виды работ,

групповые задания и др.) на практических и лабораторных занятиях;

- минимизирование заданий, требующих активного использования зрительной памяти и зрительного внимания;
- применение поэтапной системы контроля, более частый контроль выполнения заданий для самостоятельной работы.

**Студенты с нарушениями опорно-двигательного аппарата (маломобильные студенты, студенты, имеющие трудности передвижения и патологию верхних конечностей):**

- возможность использовать специальное программное обеспечение и специальное оборудование и позволяющее компенсировать двигательное нарушение (коляски, ходунки, трости и др.);
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
- применение дополнительных средств активизации процессов запоминания и повторения;
- опора на определенные и точные понятия;
- использование для иллюстрации конкретных примеров;
- применение вопросов для мониторинга понимания;
- разделение изучаемого материала на небольшие логические блоки;
- увеличение доли конкретного материала и соблюдение принципа от простого к сложному при объяснении материала;
- наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;
- увеличение доли методов социальной стимуляции (обращение внимания, апелляция к ограничениям по времени, контактные виды работ, групповые задания др.);
- обеспечение беспрепятственного доступа в помещения, а также пребывания них;
- наличие возможности использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие обеспечить реализацию эргономических принципов и комфортное пребывание на месте в течение всего периода учёбы (подставки, специальные подушки и др.).

**Студенты с нарушениями слуха (глухие, слабослышащие, позднооглохшие):**

- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате, позволяющем переводить аудиальную форму лекции в плоскпечатную информацию;
- наличие возможности использовать индивидуальные звукоусиливающие устройства и сурдотехнические средства, позволяющие осуществлять приём и передачу информации;
- осуществлять взаимобратный перевод текстовых и аудиофайлов

(блокнот для речевого ввода), а также запись и воспроизведение зрительной информации;

- наличие системы заданий, обеспечивающих систематизацию вербального материала, его схематизацию, перевод в таблицы, схемы, опорные тексты, глоссарий;

- наличие наглядного сопровождения изучаемого материала (структурно-логические схемы, таблицы, графики, концентрирующие и обобщающие информацию, опорные конспекты, раздаточный материал);

- наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;

- обеспечение практики опережающего чтения, когда студенты заранее знакомятся с материалом и выделяют незнакомые и непонятные слова и фрагменты;

- особый речевой режим работы (отказ от длинных фраз и сложных предложений, хорошая артикуляция; четкость изложения, отсутствие лишних слов; повторение фраз без изменения слов и порядка их следования;

- обеспечение зрительного контакта во время говорения и чуть более медленного темпа речи, использование естественных жестов и мимики);

- чёткое соблюдение алгоритма занятия и заданий для самостоятельной работы (называние темы, постановка цели, сообщение и запись плана, выделение основных понятий и методов их изучения, указание видов деятельности студентов и способов проверки усвоения материала, словарная работа);

- соблюдение требований к предъявляемым учебным текстам (разбивка текста на части; выделение опорных смысловых пунктов; использование наглядных средств);

- минимизация внешних шумов;

- предоставление возможности соотносить вербальный и графический материал; комплексное использование письменных и устных средств коммуникации при работе в группе;

- сочетание на занятиях всех видов речевой деятельности (говорения, слушания, чтения, письма, зрительного восприятия с лица говорящего).

**Студенты с прочими видами нарушений (ДЦП с нарушениями речи, заболевания эндокринной, центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, онкологические заболевания):**

- наличие возможности использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие осуществлять приём и передачу информации;

- наличие системы заданий, обеспечивающих систематизацию вербального материала, его схематизацию, перевод в таблицы, схемы, опорные тексты, глоссарий;

- наличие наглядного сопровождения изучаемого материала;

- наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;



- обеспечение практики опережающего чтения, когда студенты заранее ознакомятся с материалом и выделяют незнакомые и непонятные слова и фрагменты;
- предоставление возможности соотносить вербальный и графический материал; комплексное использование письменных и устных средств коммуникации при работе в группе;
- сочетание на занятиях всех видов речевой деятельности (говорения, слушания, чтения, письма, зрительного восприятия с лица говорящего);
- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате;
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
- возможность вести запись учебной информации студентами в удобной для них форме (аудиально, аудиовизуально, в виде пометок в заранее подготовленном тексте);
- применение поэтапной системы контроля, более частый контроль выполнения заданий для самостоятельной работы,
- стимулирование выработки у студентов навыков самоорганизации и самоконтроля;
- наличие пауз для отдыха и смены видов деятельности по ходу занятия.