

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Сыров Игорь Анатольевич  
Должность: Директор  
Дата подписания: 21.08.2025 20:45:08  
Уникальный программный ключ:  
b683afe664d7e9f64175886cf9626a196149ad36

СТЕРЛИТАМАКСКИЙ ФИЛИАЛ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«УФИМСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НАУКИ И ТЕХНОЛОГИЙ»

Факультет  
Кафедра

*Естественнонаучный*  
*Биологии*

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

дисциплина

***Б1.В.ДВ.02.02 Системная биология***

часть, формируемая участниками образовательных отношений

Направление

***06.04.01***

***Биология***

код

наименование направления

Программа

***Биотехнология и биомедицина***

Форма обучения

***Очная***

Для поступивших на обучение в  
***2022 г.***

Разработчик (составитель)

***канд. биол. наук, доцент***

***Чаус Б. Ю.***

ученая степень, должность, ФИО

<b>1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Цели и место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы .....</b>	<b>3</b>
<b>3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся .....</b>	<b>4</b>
<b>4. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий.....</b>	<b>4</b>
4.1. Разделы дисциплины и трудоемкость по видам учебных занятий (в академических часах).....	4
4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам) .....	4
<b>5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю).....</b>	<b>6</b>
<b>6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) .....</b>	<b>8</b>
6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)	8
6.2. Перечень электронных библиотечных систем, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем .....	8
6.3. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства .....	9
<b>7. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю) .....</b>	<b>9</b>

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

<b>Формируемая компетенция (с указанием кода)</b>	<b>Код и наименование индикатора достижения компетенции</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>
ПК-2. Способен проводить исследования в области защиты окружающей среды и ликвидации последствий вредного на нее воздействия с использованием биотехнологических методов	ПК-2.1. Знание основ и закономерностей в области защиты окружающей среды и ликвидации последствий вредного на нее воздействия с использованием биотехнологических методов	Обучающийся должен: знать основы и закономерности в области защиты окружающей среды и ликвидации последствий вредного на нее воздействия с использованием биотехнологических методов
	ПК-2.2. Умение проводить исследования в области защиты окружающей среды и ликвидации последствий вредного на нее воздействия с использованием биотехнологических методов	Обучающийся должен: уметь проводить исследования в области защиты окружающей среды и ликвидации последствий вредного на нее воздействия с использованием биотехнологических методов
	ПК-2.3. Владение навыками проведения исследований в области защиты окружающей среды и ликвидации последствий вредного на нее воздействия с использованием биотехнологических методов	Обучающийся должен: владеть навыками проведения исследований в области защиты окружающей среды и ликвидации последствий вредного на нее воздействия с использованием биотехнологических методов

**2. Цели и место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Цели изучения дисциплины:

Цель дисциплины: Сформировать у студентов способность самостоятельно анализировать имеющуюся информацию, выявлять фундаментальные проблемы, ставить задачу и выполнять полевые, лабораторные биологические исследования при решении конкретных задач с использованием современной аппаратуры и вычислительных средств, нести ответственность за качество работ и научную достоверность результатов.

Дисциплина реализуется в рамках части, формируемой участниками образовательных отношений. Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин: «История и методология биологии», «Современные проблемы биологии», «Биоинформатика».

Дисциплина изучается на 2 курсе в 4 семестре

**3. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 2 зач. ед., 72 акад. ч.

Объем дисциплины	Всего часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	72
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	8
практических (семинарских)	10
другие формы контактной работы (ФКР)	0,2
Учебных часов на контроль (включая часы подготовки):	
зачет	
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	53,8

Формы контроля	Семестры
зачет	4

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

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

№ п/п	Наименование раздела / темы дисциплины	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу обучающихся и трудоемкость (в часах)				СР
		Контактная работа с преподавателем			СР	
		Лек	Пр/Сем	Лаб		
<b>1</b>	<b>Раздел 1. Введение в анализ омиксных данных</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	
1.1	Тема 1. Определение и задачи системной биологии. Свойства биологических систем	2	2	0	18	
1.2	Тема 2. Моделирование биологических и биохимических систем	2	2	0	14	
<b>2</b>	<b>Раздел 2. Биологические сети</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>21,8</b>	
2.1	Тема 1. Применение сетей для анализа омиксных данных.	2	2	0	8	
2.2	Тема 2. Введение в онкогеномику	0	2	0	6	
2.3	Тема 3. Системная медицина	2	2	0	7,8	
	<b>Итого</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>53,8</b>	

**4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)**

Курс лекционных занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
---	--	------------

<b>1</b>	<b>Раздел 1. Введение в анализ омиксных данных</b>	
1.1	Тема 1. Определение и задачи системной биологии. Свойства биологических систем	1. Определение и задачи системной биологии. 2. Свойства биологических систем.
1.2	Тема 2. Моделирование биологических и биохимических систем	1. Омиксные данные и омиксные технологии, включая протеомику и метаболомику. 2. Анализ GWAS-исследований. 3. Основные репозитории омиксных данных. 4. Основные программные инструменты системной биологии. Проблема воспроизводимости.
<b>2</b>	<b>Раздел 2. Биологические сети</b>	
2.1	Тема 1. Применение сетей для анализа омиксных данных.	1. Биологические сети и их свойства. 2. Типичные задачи анализа сетей. 3. Сигнальные и метаболические пути (пасвеи).
2.3	Тема 3. Системная медицина	1. Базы данных: KEGG, Reactome, PathwayCommons. 2. Применение анализа текстов для создания пасвеев. 3. Программное обеспечение для анализа пасвеев. Cytoscape и его плагины (ClueGO, GeneMANIA, ReactomeFIViz).

#### Курс практических/семинарских занятий

№	Наименование раздела / темы дисциплины	Содержание
<b>1</b>	<b>Раздел 1. Введение в анализ омиксных данных</b>	
1.1	Тема 1. Определение и задачи системной биологии. Свойства биологических систем	1. Назначение и классификация моделей. 2. Моделирование основанное на дифференциальных уравнениях: закон действующих масс, кинетика Михаэлис-Ментен. 3. Камерные модели и фармакокинетика.
1.2	Тема 2. Моделирование биологических и биохимических систем	1. Проблема параметров. 2. Булевские сети, анализ метаболических потоков, сети Петри. 3. Агентный подход к моделированию. 4. Описание моделей: SBML, BioPAX, SBGN. 5. Программные инструменты: CellDesigner, COPASI.
<b>2</b>	<b>Раздел 2. Биологические сети</b>	
2.1	Тема 1. Применение сетей для анализа омиксных данных.	Вопросы для обсуждения: 1. Учет топологии в анализа перепредставленности: алгоритмы SPIA, DEAP. 2. Поиск регуляторов: iRegulon, SNEA, мастер-регуляторы. 4. Идентификация подсетей: jActiveModules,

		<p>BioNet.</p> <p>5. Кластеризация пациентов и поиск драйверных подсетей.</p> <p>6. Приоритизация списка генов. Идентификация комплексов в протеомике.</p>
2.2	Тема 2. Введение в онкогеномику	<p>Вопросы для обсуждения:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Онкогены и супрессоры. Раковый геном. Репозиторий TCGA.</li> <li>2. Поиск новых “раковых” генов.</li> <li>3. Выделение молекулярных подтипов опухолей.</li> <li>4. Индивидуальный подбор оптимальной терапии.</li> <li>5. Клинически значимые мутации.</li> <li>6. Ранжирование мутаций.</li> <li>7. Общая схема анализа раковых геномов.</li> </ol>
2.3	Тема 3. Системная медицина	<p>Вопросы для обсуждения:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Предсказание риска развития заболеваний по омиксным данным: RiskOGRAM, POGO.</li> <li>2. Метагеномные данные и их использование в медицине.</li> <li>3. Омиксные данные в борьбе со старением.</li> <li>4. Эпигенетические часы. Анализ микробиома. iPOP.</li> </ol>

### **5. Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Текущая самостоятельная работа магистров направлена на углубление и закрепление знаний, развитие практических умений и заключается в следующем:

- работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации;
- опережающая самостоятельная работа;
- подготовка к практическим работам;
- подготовка к текущему контролю и зачёту.

Творческая проблемно-ориентированная самостоятельная работа направлена на развитие интеллектуальных умений, комплекса универсальных (общекультурных) и профессиональных компетенций, повышение творческого потенциала магистров, заключается в выполнении реферата.

Контроль самостоятельной работы:

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как текущий контроль успеваемости, работа на лекциях, семинарских (практических занятиях), итоговая аттестация (зачет).

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов:

Основными образовательными ресурсами для самостоятельной работы магистрантов являются лекции, учебные и методические пособия, книги. Презентации докладов рефератов по вопросам для устного опроса выполняются в компьютерном формате Microsoft Office PowerPoint, докладываются и обсуждаются на семинарских (практических) занятиях.

В ходе самостоятельной работы магистранты прорабатывают следующие вопросы:

## Раздел 1. Введение в анализ омиксных данных

Определение и задачи системной биологии. Свойства биологических систем. Омиксные данные и омиксные технологии, включая протеомику и метаболомику. Анализ GWAS-исследований. Основные репозитории омиксных данных. Основные программные инструменты системной биологии. Проблема воспроизводимости.

Моделирование биологических и биохимических систем. Назначение и классификация моделей. Моделирование основанное на дифференциальных уравнениях: закон действующих масс, кинетика Михаэлис-Ментен. Камерные модели и фармакокинетика. Проблема параметров. Булевские сети, анализ метаболических потоков, сети Петри. Агентный подход к моделированию. Описание моделей: SBML, BioPAX, SBGN. Программные инструменты: CellDesigner, COPASI.

Системно-биологический анализ транскриптомных данных. Простой тест перепредставленности. Метод GSEA. Базы данных Gene Ontology, MSigDB. Онлайн-ресурсы для анализа обогащения (DAVID, WebGestalt, G:profiler). R-пакеты: clusterProfiler, EnrichmentBrowser. Учет особенностей Gene Ontology. Визуализация результатов обогащения (ресурс ReviGO). Модификации GSEA: алгоритмы GSVA, GAGE, STEPath. Адаптация под данные RNASeq.

Проблемы возникающие при анализе омиксных данных. PCA и ICA как преодоление “проклятия размерности”. Пропущенные данные. Выбросы. Определение батч-эффектов и борьба с ними (алгоритм ComBat). Технологии мета-анализа и интеграции омиксных данных (PARADIGM, iCluster, MixOmics, MINT, YuGene). Объединение приоритизированных списков генов (RankProd). Способы визуализации омиксных данных.

## Раздел 2. Биологические сети

Биологические сети и их свойства. Типичные задачи анализа сетей. Сигнальные и метаболические пути (пасвеи). Базы данных: KEGG, Reactome, PathwayCommons. Применение анализа текстов для создания пасвеев. Программное обеспечение для анализа пасвеев. Cytoscape и его плагины (ClueGO, GeneMANIA, ReactomeFIViz).

Применение сетей для анализа омиксных данных. Учет топологии в анализе перепредставленности: алгоритмы SPIA, DEAP. Поиск регуляторов: iRegulon, SNEA, мастер-регуляторы. Идентификация подсетей: jActiveModules, BioNet. Кластеризация пациентов и поиск драйверных подсетей. Приоритизация списка генов. Идентификация комплексов в протеомике.

Введение в онкогеномику. Онкогены и супрессоры. Раковый геном. Репозиторий TCGA. Поиск новых “раковых” генов. Выделение молекулярных подтипов опухолей. Индивидуальный подбор оптимальной терапии. Клинически значимые мутации. Ранжирование мутаций. Общая схема анализа раковых геномов.

Системная медицина. Предсказание риска развития заболеваний по омиксным данным: RiskOGRAM, POGO. Метагеномные данные и их использование в медицине. Омиксные данные в борьбе со старением. Эпигенетические часы. Анализ микробиома. iPOP.

Рекомендуемая для самостоятельного изучения литература

1. Дьяконов, В.П. MATLAB 6.5 SP1/7/7 SP1/7 SP2 + Simulink 5/6. Инструменты искусственного интеллекта и биоинформатики / В.П. Дьяконов, В.В. Круглов. - Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2009. - 454 с. - (Библиотека профессионала). - ISBN 5-98003-255-X ; То же [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL:

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117721> (Дата обращения 20.06.2021)

2. Ловцов, Д.А. Геоинформационные системы : учебное пособие / Д.А. Ловцов, А.М. Черных. - Москва: Российская академия правосудия, 2012. - 191 с. - ISBN 978-5-93916-340-8; То же [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=140619> (20.06.2021).

1. Чаус Б.Ю., Шарафутдинов В.М. Статистическая обработка биоэкологических данных. Учебно-методические материалы для студентов вузов. - Стерлитамак: Стерлитамак. гос. пед. акад. им. Зайнаб Биишевой, 2012. 80 с.

## **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **6.1. Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

#### **Основная учебная литература:**

1. Ловцов, Д.А. Геоинформационные системы : учебное пособие / Д.А. Ловцов, А.М. Черных. - Москва: Российская академия правосудия, 2012. - 191 с. - ISBN 978-5-93916-340-8; То же [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=140619> (дата обращения 25.05.2023).
2. Дьяконов, В.П. MATLAB 6.5 SP1/7/7 SP1/7 SP2 + Simulink 5/6. Инструменты искусственного интеллекта и биоинформатики / В.П. Дьяконов, В.В. Круглов. - Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2009. - 454 с. - (Библиотека профессионала). - ISBN 5-98003-255-X ; То же [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117721> (Дата обращения 25.05.2023)

#### **Дополнительная учебная литература:**

1. Чаус Б.Ю., Шарафутдинов В.М. Статистическая обработка биоэкологических данных. Учебно-методические материалы для студентов вузов. - Стерлитамак: Стерлитамак. гос. пед. акад. им. Зайнаб Биишевой, 2012. 80 с. (15 экз.)

### **6.2. Перечень электронных библиотечных систем, современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

<b>№ п/п</b>	<b>Наименование документа с указанием реквизитов</b>
1	Договор на доступ к ЭБС ZNANIUM.COM между БашГУ в лице директора СФ БашГУ и ООО «Знаниум» № 3/22-эбс от 05.07.2022
2	Договор на доступ к ЭБС «ЭБС ЮРАЙТ» (полная коллекция) между БашГУ в лице директора СФ БашГУ и ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» № 1/22-эбс от 04.03.2022
3	Договор на доступ к ЭБС «Университетская библиотека онлайн» между БашГУ и «Нексмедиа» № 223-950 от 05.09.2022
4	Договор на доступ к ЭБС «Лань» между БашГУ и издательством «Лань» № 223-948 от 05.09.2022
5	Договор на доступ к ЭБС «Лань» между БашГУ и издательством «Лань» № 223-949 от 05.09.2022
6	Соглашение о сотрудничестве между БашГУ и издательством «Лань» № 5 от 05.09.2022
7	ЭБС «ЭБ БашГУ», бессрочный договор между БашГУ и ООО «Открытые



	библиотечные системы» № 095 от 01.09.2014 г.
8	Договор на БД диссертаций между БашГУ и РГБ № 223-796 от 27.07.2022
9	Договор о подключении к НЭБ и о предоставлении доступа к объектам НЭБ между БашГУ в лице директора СФ БашГУ с ФГБУ «РГБ» № 101/НЭБ/1438-П от 11.06.2019
10	Договор на доступ к ЭБС «ЭБС ЮРАЙТ» (полная коллекция) между УУНиТ в лице директора СФ УУНиТ и ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» № 1/23-эбс от 03.03.2023

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее - сеть «Интернет»)**

№ п/п	Адрес (URL)	Описание страницы
1	<a href="http://www.iprbookshop.ru/15817">http://www.iprbookshop.ru/15817</a>	Системная компьютерная биология [Электронный ресурс] / отв. ред. Н. А. Колчанов, С. С. Гончаров, В. А. Лихошвай. - Новосибирск: СО РАН, 2008. - 768 с. - (Интеграционные проекты СО РАН; вып. 14). - Доступна эл. версия. ЭБС "IPRbooks". (дата обращения 25.08.2020)

**6.3. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

Наименование программного обеспечения
Office Standard 2007 Russian OpenLicensePack NoLevel Acdmc
Microsoft Windows 7 Standard

**7. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Тип учебной аудитории	Оснащенность учебной аудитории
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория групповых и индивидуальных консультаций	учебная мебель, доска, мультимедиа-проектор, экран настенный, учебно-наглядные пособия
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, учебная аудитория текущего контроля и промежуточной аттестации, учебная аудитория групповых и индивидуальных консультаций	Доска, учебная мебель, компьютеры, переносной экран, переносной проектор, учебно-наглядные пособия.
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Демонстрационное оборудование
читальный зал: помещение для самостоятельной работы	учебная мебель, учебно-наглядные пособия, компьютеры