

**Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»**

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИБСиБ
_____ А.В. Васин
«30» мая 2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

«Системная биология»

Разработчик	Высшая школа биомедицинских систем и технологий
Направление (специальность) подготовки	06.05.01 Биоинженерия и биоинформатика
Наименование ООП	06.05.01_01 Биоинженерия и биоинформатика
Квалификация (степень) выпускника	биоинженер и биоинформатик
Образовательный стандарт	СУОС
Форма обучения	Очная

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОП
_____ Д.И. Богомаз
«15» апреля 2025 г.

Соответствует СУОС
Утверждена протоколом заседания
высшей школы "ВШБСиТ"
от «15» апреля 2025 г. № 6

РПД разработал:
Доцент, к.б.н. Д.И. Богомаз

1. Цели и планируемые результаты изучения дисциплины

Цели освоения дисциплины

Знакомство с современными подходами в системной биологии, знание фундаментальных основ этой области и навыки работы с математическими моделями биологических процессов.

Результаты обучения выпускника

Код	Результат обучения (компетенция) выпускника ООП
ПК-2	Способен создавать биологические объекты с новыми свойствами и функциями
ИД-2 ПК-2	Создает биологические объекты с новыми свойствами и функциями методами белковой инженерии и искусственной эволюции белков

Планируемые результаты изучения дисциплины

знания:

- -Знание методов создания биологических объектов с новыми свойствами и функциями методами белковой инженерии и искусственной эволюции белков

умения:

- Умение создавать биологические объекты с новыми свойствами и функциями методами белковой инженерии и искусственной эволюции белков

навыки:

- Владение методами создания биологических объектов с новыми свойствами и функциями методами белковой инженерии и искусственной эволюции белков

2. Место дисциплины в структуре ООП

В учебном плане дисциплина «Системная биология» относится к модулю «Модуль цифровых компетенций (Digital)».

Изучение дисциплины базируется на результатах освоения следующих дисциплин:

- Биохимия
- Высшая математика
- Начала функционального анализа
- Основы молекулярной биологии

3. Распределение трудоёмкости освоения дисциплины по видам учебной работы и формы текущего контроля и промежуточной аттестации

3.1. Виды учебной работы

Виды учебной работы	Трудоёмкость по семестрам
	Очная форма
Лекционные занятия	60
Лабораторные занятия	14
Практические занятия	14
Самостоятельная работа	128
Часы на контроль	21
Промежуточная аттестация (экзамен)	11
Промежуточная аттестация (зачет)	4
Общая трудоёмкость освоения дисциплины	252, ач
	7, зет

3.2. Формы текущего контроля и промежуточной аттестации

Формы текущего контроля и промежуточной аттестации	Количество по семестрам
	Очная форма
Промежуточная аттестация	
Зачеты, шт.	1
Экзамены, шт.	1

4. Содержание и результаты обучения

4.1 Разделы дисциплины и виды учебной работы

№ раздела	Разделы дисциплины, мероприятия текущего контроля	Очная форма			
		Лек, ач	Пр, ач	Лаб, ач	СР, ач
1.	Введение. Установочная лекция.	2	0	0	16

2.	Динамические системы.	6	4	0	16
3.	Линейные системы.	6	2	0	16
4.	Модели фармакокинетики.	10	0	6	16
5.	Нелинейные системы.	8	4	0	16
6.	Моделирование клеточных процессов.	8	0	6	16
7.	Моделирование клеточной динамики.	10	4	0	16
8.	Моделирование генных сетей.	10	0	2	16
Итого по видам учебной работы:		60	14	14	128
Зачеты, ач					5
Экзамены, ач					16
Часы на контроль, ач					21
Промежуточная аттестация (экзамен)		11			
Промежуточная аттестация (зачет)		4			
Общая трудоёмкость освоения: ач / зет		252 / 7			

4.2. Содержание разделов и результаты изучения дисциплины

Раздел дисциплины	Содержание
1. Введение. Установочная лекция.	Мотивация, эмерджентные свойства, возникновение, цели и задачи системной биологии, успехи, подходы к построению математических моделей
2. Динамические системы.	Динамические модели, описание через системы, состояние, параметры модели, входной и выходной сигналы. Классификация динамических моделей.
3. Линейные системы.	Фундаментальные допущения, линейные динамические модели химической кинетики, решение систем ДУ, построение и верификация моделей
4. Модели фармакокинетики.	Основные принципы построения фармакокинетических моделей, методы решения, импульсные переходные функции, оптимизация индивидуальной фармакотерапии
5. Нелинейные системы.	Исследование поведения траекторий нелинейного дифференциального уравнения первого порядка. Стационарные состояния и их устойчивость. Признаки устойчивости стационарных состояний по линейному приближению. Примеры из биологической кинетики популяций
6. Моделирование клеточных процессов.	Нелинейные системы второго порядка. Метод фазовой плоскости. Типы состояния равновесия и корни характеристического уравнения линейного приближения в окрестности особой точки. Картина фазовых траекторий в окрестности состояния равновесия различного типа. Грубые и негрубые системы. Примеры взаимодействия популяций. Простейшие ферментативные процессы. Определяющее звено в неразветвленной и разветвленной цепях ферментативных реакций. Транспортная аналогия
7. Моделирование клеточной динамики.	Методы решения обратной задачи моделирования, идентификация моделей. Локальные методы: варианты градиентного спуска, метод симплексов. Глобальные методы: имитация отжига, генетический алгоритм, методы стаи точек. Многообъектная оптимизация.

8. Моделирование генных сетей.	Структурно-функциональная организация генных сетей. Компьютерный анализ и реконструкция генных сетей. Моделирование динамики генных сетей. Картирование генов, контролирующих сложные признаки человека. Анализ неравновесия по сцеплению генов и аллельных ассоциаций
---------------------------------------	--

5. Образовательные технологии

1. Лекционные занятия подразумевают краткое введение в материал темы, уточнение существующих пробелов и разъяснение основных принципов
2. Практические занятия - студенты применяют новые принципы на практике.
3. Лабораторные работы подразумевают знакомство с современными подходами к решению задач и формирование навыков их решения.

6. Лабораторный практикум

№ раздела	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость, ач
		Очная форма
1.	Модели фармакокинетики I.	2
2.	Модели фармакокинетики II.	4
3.	Моделирование клеточных процессов I.	2
4.	Моделирование клеточных процессов II.	4
5.	Моделирование генных сетей.	2
Итого часов		14

7. Практические занятия

№ раздела	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ач
		Очная форма
1.	Динамические системы.	4
2.	Линейные системы.	2
3.	Нелинейные системы.	4
4.	Моделирование клеточной динамики.	4
Итого часов		14

8. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы

Примерное распределение времени самостоятельной работы студентов

Вид самостоятельной работы	Примерная трудоемкость, ач
	Очная форма
Текущая СР	
работа с лекционным материалом, с учебной литературой	34
опережающая самостоятельная работа (изучение нового материала до его изложения на занятиях)	0
самостоятельное изучение разделов дисциплины	0
выполнение домашних заданий, домашних контрольных работ	46
подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям	48
подготовка к контрольным работам, коллоквиумам	0
Итого текущей СР:	128
Творческая проблемно-ориентированная СР	
выполнение расчётно-графических работ	0
выполнение курсового проекта или курсовой работы	0
поиск, изучение и презентация информации по заданной проблеме, анализ научных публикаций по заданной теме	0
работа над междисциплинарным проектом	0
исследовательская работа, участие в конференциях, семинарах, олимпиадах	0
анализ данных по заданной теме, выполнение расчётов, составление схем и моделей на основе собранных данных	0
Итого творческой СР:	0
Общая трудоемкость СР:	128

9. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

9.1. Адрес сайта курса

<https://dl-ibmst.spbstu.ru/>

9.2. Рекомендуемая литература

Основная литература

№	Автор, название, место издания, издательство, год (годы) издания	Год изд.	Источник
1	Szallasi Z., Stelling J., Periwai V. System modeling in cell biology: Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2010. URL: https://ieeexplore.ieee.org/xpl/bkabstractplus.jsp?bkn=6267344	2010	ЭБ СПбПУ
2	Schölkopf B., Tsuda K., Vert J.-P. Kernel methods in computational biology: Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 2004. URL: https://ieeexplore.ieee.org/xpl/bkabstractplus.jsp?bkn=6267331	2004	ЭБ СПбПУ

Дополнительная литература

№	Автор, название, место издания, издательство, год (годы) издания	Год изд.	Источник
1	Самарский А.А., Михайлов А.П. Математическое моделирование: Идеи. Методы. Примеры: Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2001.	2001	ИБК СПбПУ

Ресурсы Интернета

1. Ссылки на интернет ресурсы (базы данных, ПО, программные библиотеки etc.): <http://www.systems-biology.com/links/>

9.3. Технические средства обеспечения дисциплины

1. Microsoft:

WorkStation + Office Pro Plus

Office 365 ProPlus Enrollment ID: 58313261

Parent Program: 75434048

Сублицензионный договор с ООО «СОФТЛАЙН ПРОЕКТЫ» от 23.10.2017 № 180/17-Д

2. Программа «Защита образования» компании «Лаборатория Касперского» Соглашение № 1CE0151102071341

Договор на оказание услуг по продлению техподдержки бессрочных академических лицензий с ООО «ПОЛИКОМ ПРО» от 23.10.2017 № 182/17-Д

3. Программное обеспечение «Антиплагиат.ВУЗ» Лицензионный договор с ЗАО «Анти-Плагат» от 26.03.2018 № 170

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

1. Microsoft:

WorkStation + Office Pro Plus

Office 365 ProPlus Enrollment ID: 58313261

Parent Program: 75434048

Сублицензионный договор с ООО «СОФТЛАЙН ПРОЕКТЫ» от 23.10.2017 № 180/17-Д

2. Программа «Защита образования» компании «Лаборатория Касперского» Соглашение № 1CE0151102071341

Договор на оказание услуг по продлению техподдержки бессрочных академических лицензий с ООО «ПОЛИКОМ ПРО» от 23.10.2017 № 182/17-Д

3. Программное обеспечение «Антиплагиат.ВУЗ» Лицензионный договор с ЗАО «Анти-Плагат» от 26.03.2018 № 170

11. Критерии оценивания и оценочные средства

11.1. Критерии оценивания

Для дисциплины «Системная биология» предусмотрены следующие формы аттестации: зачёт, экзамен. Оценивание качества освоения дисциплины производится в свободной форме.

Зачёт

Критерием получения оценки "зачтено" является самостоятельное выполнение студентом всех лабораторных занятий, а также понимание смысла основных шагов при выполнении лабораторных работ, выводы, который были сделаны после выполнения.

Экзамен

Оценка	Описание
неудовлетворительно	оценка "неудовлетворительно" выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий.
удовлетворительно	оценка "удовлетворительно" выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнены, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки;
хорошо	оценка "хорошо" выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками;

отлично	оценка "отлично"выставляется студенту, если теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному;
---------	--

оценка "неудовлетворительно" выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, необходимые практические навыки работы не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, либо качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному; при дополнительной самостоятельной работе над материалом курса возможно повышение качества выполнения учебных заданий.

оценка "удовлетворительно"выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнены, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки;

оценка "хорошо"выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками;

оценка "отлично"выставляется студенту, если теоретическое содержание дисциплины освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному;

11.2. Оценочные средства

Оценочные средства по дисциплине представлены в фонде оценочных средств, который является резервной частью основной образовательной программы и размещается в электронной информационно-образовательной среде СПбПУ на портале etk.spbstu.ru

12. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Программа курса направлена на освоение основ программирования на языке R. В отличие от вводного курса "Цифровая грамотность" в рамках данного курса большее внимание следует оказывать техническим вопросам устройства и функционирования языка программирования R.

Наибольшее значение при освоении данной дисциплины имеет самостоятельная работа студентов над решением учебных проблем, основанных на задачах, которые решаются в современных биоинформатических исследованиях. Также отводится время для решения практических задач, связанных с обработкой экспериментальных данных и их визуализацией, и на ознакомление с возможностями использовать программирование для моделирования естественнонаучных процессов.

Преподаватель в рамках курса даёт общие и стартовые знания для каждой темы, а затем, ставя перед студентами задачи, направляет и помогает студентам найти оптимальные пути решения. Студентам допускается использовать справочный материал, например, знакомится с документацией языка или используемой библиотеки.

13. Адаптация рабочей программы для лиц с ОВЗ

Адаптированная программа разрабатывается при наличии заявления со стороны обучающегося (родителей, законных представителей) и медицинских показаний (рекомендациями психолого-медико-педагогической комиссии). Для инвалидов адаптированная образовательная программа разрабатывается в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.