

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе


_____ Н.В.Лобов

« 17 » февраля 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: _____ Динамика генных цепей _____
(наименование)

Форма обучения: _____ очная _____
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: _____ магистратура _____
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: _____ 108 (3) _____
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: _____ 01.04.02 Прикладная математика и информатика _____
(код и наименование направления)

Направленность: _____ Хемобиодинамика и биоинформатика _____
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Дисциплина «Динамика генных цепей» опирается на основные знания и представления биохимии, биофизики, системной и молекулярной биологии, использует методы прикладной математики и информатики в молекулярно-биологических исследованиях. Подготовка по дисциплине даёт возможность получить теоретическую базу и практические навыки использования компьютерных технологий для обработки экспериментальных данных по структуре генома и белках, которые синтезируются в процессах транскрипции и трансляции. Дисциплина реализует математические алгоритмы, связанные с биологическими объектами, применяет экспериментальные и расчетные данные физико-химической биологии и геномики. Предмет является междисциплинарным и изучается после и параллельно с указанными ниже курсами.

Цель учебной дисциплины – является формирование системы представлений о функционировании как отдельных генов, так и генных цепей; о единстве биохимических и генетических механизмов, а также о механизмах реализации функций всего организма через молекулярные механизмы, реализующиеся на геномном уровне. Программа курса предполагает знакомство с теоретическими и вычислительными методами исследований генетических цепей, умение конструировать математические модели таких цепей и проводить их анализ, а также уметь интерпретировать имеющиеся экспериментальные биологические данные. Содержание курса направлено также на формирование у студентов современного естественнонаучного мировоззрения, развитие научного мышления и расширение их научно-технического кругозора.

Задачи учебной дисциплины: основной задачей преподавания дисциплины является формирование у обучающихся системного математического подхода, который предполагает исследование организма и всех его элементов как систем, восприятие объекта исследования как целого и понимание механизмов, обеспечивающих целостность организма на молекулярном уровне.

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

Предметом освоения дисциплины являются: основы химии и физики нуклеиновых кислот и белков; методы теоретического исследования и компьютерного моделирования, а также алгоритмы численного расчета динамики генных цепей.

1.3. Входные требования

Для освоения дисциплины «Динамика генных цепей» обучающийся использует знания, умения и навыки, сформированные при изучении следующих дисциплин учебной программы и завершает формирование соответствующих компетенций:

1. Непрерывные математические модели
2. Дискретные математические модели
3. Введение в синергетику
4. Основы геномики и биоинформатики

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
-------------	-------------------	---	--	-----------------

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
ПК-1.5	ИД-1ПК-1.5	Знание принципов реализации механизмов, обеспечивающих взаимодействие молекул и клеток с одной стороны и отдельных органов и организма как целого с другой стороны; основных механизмов генной регуляции; основных современных методов получения экспериментальных данных по динамике генных цепей; способов теоретического описания генных цепей; основных алгоритмов, используемых для анализа молекулярных данных процессов транскрипции и трансляции.	Знает классические результаты и последние достижения в механике жидкости, физико-химической гидродинамике, геномике и биоинформатике;	Экзамен
ПК-1.5	ИД-2ПК-1.5	Умение получать и грамотно использовать информацию из баз данных по структуре геномов и белков, а также другой биологической информации; читать и разрабатывать новые программы, используемые для решения задач в области компьютерного моделирования генных цепей.	Умеет обосновывать выбор и творчески применять современные методы моделирования объектов и процессов на стыке механики жидкости, химии, биологии и информатики;	Экзамен
ПК-1.5	ИД-3ПК-1.5	Владение основными методами и подходами системной биологии генных цепей для проведения компьютерного моделирования динамики генных цепей, а также сравнения результатов моделирования с данными, получаемыми экспериментально; практическими методами исследования генных цепей и алгоритмами	Владеет навыками разработки и анализа новых математических моделей сложных систем и процессов для междисциплинарных задач, сформулированных на стыке механики жидкости, химии, биологии и информатики.	Экзамен

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
		расчета динамики этих цепей.		

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		3	
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)	16	16	
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	18	18	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	36	36	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен	36	36	
Дифференцированный зачет			
Зачет			
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	108	108	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
3-й семестр				
Основы генной регуляции	2	0	0	4
Аминокислоты, строение и свойства. ДНК, РНК, нуклеотиды. Транскрипция и трансляция генов. Первичная структура белка. Вторичная, третичная и четвертичная структуры протеинов. Функции белков, связь со структурой.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Экспериментальные методики	2	0	0	4
Революция в области экспериментальных технологий в биологии. Флуоресцентные маркеры. Зеленый белок GFP. Пример: исследование морфогенеза рыбки Данио-Рерио с помощью конфокальной микроскопии и флуоресцентных маркеров. Пример: волны синхронизации в ансамбле кишечных палочек.				
Моделирование биохимических систем	4	0	4	8
Типы моделей биохимических систем. Кинетические модели ферментативных реакций. Кинетика и термодинамика реакций. Закон действия масс, структурный анализ биохимических систем. Примеры моделей биохимических систем.				
Математические модели экспрессии гена	4	0	6	8
Типы регуляции. Модели регуляции на уровне транскрипции и трансляции, вывод функции регуляции экспрессии. Различные типы динамических моделей регуляции гена. Стохастическое и детерминистское описание экспрессии гена. Достоинства и недостатки каждого из подходов. Стохастическая модель транскрипции. Алгоритм Гиллеспи. Одногенная модель транскрипции с отрицательной обратной связью. Влияние немарковского поведения на динамику протеина. Обобщение алгоритма Гиллеспи на случай немарковского поведения в ходе генной регуляции.				
Генные сети	4	0	8	12
Структура, динамика и функция генных сетей. Графы, мотивы генных сетей регуляции, модули и свойства генных сетей. Модели на основе ОДЕ, стохастические модели. Особенности динамического поведения генных сетей. Стационарные и нестационарные аттракторы, устойчивость системы к возмущениям. Пример: динамическая модели циркадианных ритмов у нейроспоры, дрозофилы и человека. Типы данных высокопроизводительных экспериментов. Алгоритмы. Методы подгонки моделей к экспериментальным данным. Статистические методы и алгоритмы. Программные средства моделирования.				
ИТОГО по 3-му семестру	16	0	18	36
ИТОГО по дисциплине	16	0	18	36

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Одногенная модель с отрицательной обратной связью: детерминистский анализ.
2	Одногенная модель с отрицательной и положительной обратной связью: детерминистский анализ.
3	Одногенная модель с отрицательной обратной связью, запаздыванием и димеризацией белка: детерминистский анализ
4	Стохастическое описание биохимических систем с помощью алгоритма Гиллеспи. Стохастическое описание генной регуляции в рамках одногенной модели: алгоритм Гиллеспи.
5	Простейшая сеть из двух генов: анализ нелинейной динамики двух-генной модели с запаздыванием и димеризацией белка.
6	Математическая модель циркадианных ритмов нейроспоры.
7	Нелинейная динамика репрессилатора Эловица в симметричном случае: детерминистский анализ.
8	Нелинейная динамика репрессилатора Эловица с запаздыванием: детерминистский анализ.
9	Стохастический расчет репрессилатора Эловица с запаздыванием.

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала, а также на развитие логического мышления. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и творческих методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются интерактивные лекции, групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

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

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Коничев А. С. Молекулярная биология : учебник / А. С. Коничев, Г. А. Севастьянова. - Москва: Академия, 2012.	6
2	Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии : учебное издание : пер. с англ. / Под ред. К. Уилсона, Дж. Уолкера, А. В. Левашова. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2015.	10
3	Шмид Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия : пер. с нем. / Р. Шмид,. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2014.	19
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Динамические модели процессов в клетках и субклеточных наноструктурах / В. Д. Лахно [и др.]. - Москва Ижевск: Ин-т компьютер. исслед., Регуляр. и хаот. динамика, 2010.	1
2	Жимулев И.Ф. Общая и молекулярная генетика : учебное пособие для вузов / И.Ф. Жимулев. - Новосибирск: Изд-во НГУ, 2002.	2
3	Козлов Н. Н. Математический анализ генетического кода / Н. Н. Козлов. - Москва: БИНОМ. Лаб. знаний, 2010.	1
4	Романовский Ю.М. Математическое моделирование в биофизике. Введение в теоретическую биофизику / Ю.М. Романовский, Н.В. Степанова, Д.С. Чернавский. - М. Ижевск: Ин-т компьют. исслед., 2004.	2
5	Уэй Т. А. Физические основы молекулярной биологии : учебное пособие : пер. с англ. / Т. А. Уэй. - Долгопрудный: Интеллект, 2010.	3
6	Хаубольд Б. Введение в вычислительную биологию: эволюционный подход : пер. с англ. / Б. Хаубольд, Т. Вие. - Москва Ижевск: Регуляр. и хаот. динамика, Ин-т компьютер. исслед., 2011.	1
2.2. Периодические издания		
1	Молекулярная биология : научно-теоретический журнал / Российская академия наук. Отделение биологических наук. - Москва: Наука, 1967 - .	
2.3. Нормативно-технические издания		

	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	Лаптева Т.В., Иванченко М.В. Математические модели генной регуляции: Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2014. 24 с	http://www.itmm.unn.ru/files/2016/07/lapteva_ivanchenko.pdf	сеть Интернет; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	Windows 10 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Scopus	https://www.scopus.com/
База данных Springer Nature e-books	http://link.springer.com/ http://jwww.springerprotocols.com/ http://materials.springer.com/ http://zbmath.org/ http://npg.com/
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/
База данных научной электронной библиотеки (eLIBRARY.RU)	https://elibrary.ru/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Лекция	Лекционная аудитория, оборудованная электронным проектором и экраном	1
Практическое занятие	Персональные компьютеры (локальная компьютерная сеть)	4

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе