

Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

**СОГЛАСОВАНО**

Заведующий кафедрой

Кафедра медицинской биологии  
(МБ\_ИФББ)

наименование кафедры

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий ОП ВО

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой

Кафедра медицинской биологии  
(МБ\_ИФББ)

наименование кафедры

Е.И. Шишцакая

подпись, инициалы, фамилия

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

институт, реализующий дисциплину

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ТРАЕКТОРИЯ № 2 "БИОХИМИЯ"  
БИОИНЖИНИРИНГ: БЕЛКИ И  
МОЛЕКУЛЯРНАЯ ДИНАМИКА**

Дисциплина Б1.В.ДВ.07.02.05 ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ТРАЕКТОРИЯ № 2 "БИОХИМИЯ"  
Биоинжиниринг: белки и молекулярная динамика

Направление подготовки / 06.03.01 Биология  
специальность \_\_\_\_\_

Направленность  
(профиль) \_\_\_\_\_

Форма обучения очная

Год набора 2019

Красноярск 2021

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

составлена в соответствии с Федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования по укрупненной группе

060000 «БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ»

---

Направление подготовки /специальность (профиль/специализация)

направление 06.03.01 Биология

---

Программу  
составили

к.б.н., Доцент, Мензянова Наталья Геннадьевна

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины**

### **1.1 Цель преподавания дисциплины**

Сформировать представления о возможностях использования фундаментальных принципов структурно-функциональной организации белков в технологиях конструирования белковых молекул с заданными свойствами; ознакомить студентов с креативным потенциалом молекулярно-динамического (МД) моделирования для исследования сложных молекулярных систем в биологии; перспективами использования молекулярного моделирования в технологиях конструирования таргетных препаратов.

### **1.2 Задачи изучения дисциплины**

Сформировать представления о модульном принципе организации природных белков и возможностях модульной сборки химерных белков, продемонстрировать потенциал химерных белков как таргетных систем в тераностике, как маркеров экспрессии генов, рецепторных элементов нанобиосенсоров; ознакомить студентов с основами и практическими приложениями методов компьютерного молекулярно-динамического (МД) моделирования в биологии.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

<b>ОПК-4: способностью применять принципы структурной и функциональной организации биологических объектов и владением знанием механизмов гомеостатической регуляции; владением основными физиологическими методами анализа и оценки состояния живых систем</b>
--

<b>ОПК-5: способностью применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности</b>
---

<b>ОПК-7: способностью применять базовые представления об основных закономерностях и современных достижениях генетики и селекции, о геномике, протеомике</b>
--

<b>ОПК-11: способностью применять современные представления об основах биотехнологических и биомедицинских производств, геной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования</b>
---

<b>ПК-8: способностью использовать основные технические средства поиска научно-биологической информации, универсальные пакеты прикладных компьютерных программ, создавать базы экспериментальных биологических данных, работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях</b>
---

#### 1.4 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Перед изучением курса студент должен освоить следующие дисциплины: «Органическая химия».

Знания данной дисциплины необходимы для успешного изучения следующих курсов: «Материалы для медицины, клеточной и тканевой инженерии», «Молекулярная биология и геномная инженерия», «Биохимия развития».

#### 1.5 Особенности реализации дисциплины

Язык реализации дисциплины .

Дисциплина (модуль) реализуется без применения ЭО и ДОТ.

## 2. Объем дисциплины (модуля)

Вид учебной работы	Всего, зачетных единиц (акад.час)	Семестр
		8
<b>Общая трудоемкость дисциплины</b>	<b>3 (108)</b>	<b>3 (108)</b>
<b>Контактная работа с преподавателем:</b>	<b>0,78 (28)</b>	<b>0,78 (28)</b>
занятия лекционного типа	0,39 (14)	0,39 (14)
занятия семинарского типа		
в том числе: семинары		
практические занятия	0,39 (14)	0,39 (14)
практикумы		
лабораторные работы		
другие виды контактной работы		
в том числе: групповые консультации		
индивидуальные консультации		
иная внеаудиторная контактная работа:		
групповые занятия		
индивидуальные занятия		
<b>Самостоятельная работа обучающихся:</b>	<b>1,22 (44)</b>	<b>1,22 (44)</b>
изучение теоретического курса (ТО)		
расчетно-графические задания, задачи (РГЗ)		
реферат, эссе (Р)		
курсовое проектирование (КП)	Нет	Нет
курсовая работа (КР)	Нет	Нет
<b>Промежуточная аттестация (Экзамен)</b>	<b>1 (36)</b>	<b>1 (36)</b>

### 3 Содержание дисциплины (модуля)

#### 3.1 Разделы дисциплины и виды занятий (тематический план занятий)

№ п/п	Модули, темы (разделы) дисциплины	Занятия лекционного типа (акад. час)	Занятия семинарского типа		Самостоятельная работа, (акад. час)	Формируемые компетенции
			Семинары и/или Практические занятия (акад. час)	Лабораторные работы и/или Практикумы (акад. час)		
1	2	3	4	5	6	7
1	Принципы структурной организации белков	0	9,5	0	30	ОПК-11 ОПК-4 ОПК-5 ОПК-7 ПК-8
2	Технологии инжиниринга белков с заданными функциями	0	13,5	0	25	ОПК-11 ОПК-4 ОПК-5 ОПК-7 ПК-8
3	Инжиниринг вакцин	0	14,5	0	18	ОПК-11 ОПК-4 ОПК-5 ОПК-7 ПК-8
4	Инжиниринг липидных мембран	0	9,5	0	24	ОПК-11 ОПК-4 ОПК-5 ОПК-7 ПК-8
Всего		0	47	0	97	

#### 3.2 Занятия лекционного типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

#### 3.3 Занятия семинарского типа

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме
Всего					

1	1	Принципы структурной организации белков	2,5	0	0
2	1	Методы определения структуры белков: Программа структурных исследований белков, ProteinStructureInitiative, PSI. Структурная база ProteinDataBank, PDB. Общедоступные ресурсы, создаваемые инициативой PSI: TargetDB РепсDBPSIMaterialsRepository. Рентгеноструктурный анализ (РСА) и спектроскопия ядерного магнитного резонанса (ЯМР). Кристаллизация белков	2	0	0
3	1	Методы теоретического предсказания структуры белков. (Фолдинг белков <i>in vitro</i> , <i>in vivo</i> . Шапероны. Энергетический ландшафт. Парадокс Левинталя. Ramachandran Plot. Инициатива Folding@home. Научная игра Fold.it. Программа Rosetta. Моделирование на основе гомологии. Сопоставительное моделирование. Парное и множественное выравнивание.)	1	0	0

4	1	<p>Иерархические уровни структурной организации белков. (Первичная структура. Типы вторичной структуры. Особенности аминокислотного состава вторичных структур. Типы аминокислот. Ненатуральные аминокислоты. Последовательности-хамелеоны. Третичная структура. Четвертичная структура. Типы связей, стабилизирующих 3D-структуру белка).</p>	1	0	0
5	1	<p>3D-структура и функции белков. Регуляция активности белков. Агрегация белков <i>in vivo</i>. (Фолдинг белков. Патологии фолдинга. Шапероны. Посттрансляционная модификация белков. Метаболизм холестерина и патологии посттрансляционной модификации белков).</p>	1	0	0



6	1	<p>Структурно-функциональные модули белков.  (Мотивы. Топология мотивов. Типы функциональной активности. Домен как единица независимого фолдинга. SH2-домен. Kunitz-домен. Kringle-домен. Биологическая эволюция белков. Дупликация доменов. Эволюционно консервативные белки. Структурные особенности мембраносвязанных белков и растворимых белков. Способы интеграции белков в липидные мембраны. Мотив “up-and-down”. Варианты топографии в различных белках. TIMbarrel, Fourhelixbundle-domen, RossmanFold).</p>	1	0	0
7	1	<p>ДНК-связывающие мотивы.  (Структура ДНК, большая и малая бороздки. Основные типы ДНК-связывающих мотивов: Helixturnhelix, Homeodomains, Zincfinger, Leucinezipper, Wingedhelix, Beta-ribbon.  Технологическая платформа «цинковых пальцев» (ZFP technology).  Терапевтические перспективы ZFP).</p>	1	0	0
8	2	<p>Технологии инжиниринга белков с заданными функциями</p>	1,5	0	0

9	2	<p>Стратегии инжиниринга белков.          (Направленный мутагенез. Инжиниринг дисульфидных мостиков. Модификация чувствительности к протеазам. Повышение термостабильности. Модификация каталитической активности. Минибелки).</p>	2	0	0
10	2	<p>Иммобилизация белков. Нанобиосенсоры. Иммуноферментный анализ (ИФА).          (Способы иммобилизации белков. Молекулярные линкеры. Калликсарены. Авидин. Биотин. Ненатуральные аминокислоты, способы введения в полипептидную цепь. Функционализация медицинских имплантов. Нанобиосенсоры в медицине. Молекулярный фишинг).</p>	1	0	0

11	2	<p>Инжиниринг антител. (Структура и функции антител. Валентность антител, антигенные детерминанты. Моноклональные антитела. Гибридомные технологии. Моноклональные антитела в терапии. Таргетные системы на основе антител. Химерные моноклональные антитела. Гуманизированные моноклональные антитела (humanizedmAb). Нанотела. Структура и свойства. Прозрачность гематоэнцефалического барьера для нанотел. Нанотела в терапии. Экспрессия генов иммуноглобулинов в клетках прокариот и эукариот. Посттрансляционная модификация иммуноглобулинов. Гликозилирование. Небелковые антитела. Молекулярный импринтинг).</p>	1	0	0
12	2	<p>Моноклональные антитела в иммуноферментном анализе (ИФА). (Типы иммуноферментного анализа. Сэндвич-метод. Гаптены. Конкурентный метод. Методы регистрации образования иммунных комплексов. Способы амплификации сигнала. Чувствительность и специфичность ИФА).</p>	1	0	0

13	2	Инжиниринг репортерных белков. (Биолюминесценция, биофлуоресценция. Люциферин-люциферазная система. GFP – белки обладающие собственной флуоресценцией. Мутантные формы GFP. Химерные белки на основе GFP. Динамика экспрессии генов).	2	0	0
14	2	Рекомбинантные белки в медицине. (Аднектины. Гибридные интерфероны. Affibodies. Интегрин-таргетная терапия. RGD (arginine-glycine-aspartate)-мотив. Кноттины. Циклотиды. Химерные антигенные рецепторы в терапии опухолей).	1	0	0
15	2	Химерные белки. (Принципы конструирования химерных белков. Экспрессия химерных белков в ксеногенных системах. Фолдинг химерных белков. Использование в терапии. Генетически модифицированные лимфоциты в терапии опухолевых заболеваний. Персонафицированная медицина. Использование химерных белков в мониторинге экспрессии генов.	2	0	0

16	2	<p>Конформационные патологии.  (Парадигма «одна первичная структура – одна 3D-структура».  Прионные белки, структура и функции.  Эволюционная консервативность прионных белков. Белки как инфекционные агенты.  Патогенная конверсия.  Матричные функции белков. Прионные инфекции.  Нейродегенеративные прионные заболевания человека и животных.  Модельные системы для изучения молекулярной биологии прионных заболеваний. Инжиниринг прионных белков для лабораторных исследований. Терапия прионных нейродегенеративных заболеваний. Перспективы использования антител в терапии прионных инфекций.  Прионподобные нейродегенеративные заболевания).</p>	1	0	0
17	2	<p>Инжиниринг наноматериалов и устройств на основе вирусных белков.  (Самосборка вирусных частиц. Вирусные нанопровода. Вирус-подобные частицы. Li-батареи на основе вирусных частиц.  Солнечные батареи на основе вирусных частиц.  Наноинжекторы на основе бактериофагов.  Молекулярные моторы на основе вирусных белков).</p>	1	0	0
18	3	Инжиниринг вакцин	2	0	0

19	3	<p>Инжиниринг генетических вакцин.  (История вакцинации. Типы традиционных вакцин. Побочные эффекты вакцинации. Генетическая иммунизация. Преимущества генетических вакцин. Использование бактериальных плазмид и вирусных векторов в технологиях инжиниринга генетических вакцин. Потенциальная генетическая токсичность. Презентация антигена. Профессиональные антиген-представляющие клетки. Молекулы главного комплекса гистосовместимости (МНС). Синтез антител. «Строение» генов тяжелых и легких цепей иммуноглобулинов. V(D)J-рекомбинация. Рекомбиназа. Соматическое гипермутирование и аффинное созревание).</p>	3,5	0	0
20	3	<p>Регуляция эффективности генетических вакцин.  (CpG-мотив. Toll-like-рецепторы. Адьюванты. Иммуностимулирующие комплексы (ISCOM). Искусственные антиген-представляющие клетки. Дендритные вакцины).</p>	3	0	0
21	3	<p>Инжиниринг растительных вакцин.  (Генетическая модификация каллусных культур. Особенности экспрессии в системе ядерного генома и геноме хлоропластов. Молекулярный фарминг).</p>	2	0	0

22	3	Инжиниринг РНК вакцин. (Репликаза. Самореплицирующиеся вакцины. Двухспиральная РНК как адьювант. Стабилизация РНК. Малые РНК в регуляции экспрессии генов).	2	0	0
23	3	Инжиниринг ферментов, наносенсоров и наноматериалов на основе нуклеиновых кислот. (ДНК-зимы, перспективы использования в медицине. Рибозимы. Наносенсоры на основе одноцепочечных ДНК. Аптамеры. Наносенсоры на основе аптамеров. ДНК-оригами, перспективы использования в регенеративной медицине. Нанороботы и наномоторы на основе ДНК).	2	0	0
24	4	Инжиниринг липидных мембран	3,5	0	0

25	4	Молекулярная динамика липидных мембран. (Липидный состав биологических мембран. Асимметрия липидного состава биологических мембран. Флиппазы. Флоппазы. Скрамблазы. Фазовые переходы. Температура фазового перехода и липидный состав мембран. «Морфологические» особенности молекул глицеролипидов, сфинголипидов, холестерина. Термодинамическая сегрегация липидов в плоскости мембраны. Липидные рафты. Функциональное значение рафтов. Липидные рафты в развитии нейродегенеративных заболеваний).	3	0	0
26	4	Инжиниринг мембраносвязанных белков. (Типы мембраносвязанных белков. Посттрансляционная модификация мембраносвязанных белков. Липидные рафты. Латеральная сегрегация белков. Белки и фазовые переходы липидов. Функции белков и физико-химические характеристики мембран).	3	0	0
Всего			17	0	0

### 3.4 Лабораторные занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование занятий	Объем в акад. часах		
			Всего	в том числе, в инновационной форме	в том числе, в электронной форме



Результаты				
------------	--	--	--	--

## **5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации**

Оценочные средства находятся в приложении к рабочим программам дисциплин.

## **8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации в зависимости от нозологии:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю) (при необходимости)**

### **9.1 Перечень необходимого программного обеспечения**

9.1.1	Работа осуществляется при помощи широкого спектра лицензионных программных продуктов, закупленных по программе развития СФУ: MicrosoftOffice, AdobePhotoshop, CorelDRAW, AdobeIllustrator и др., а так же современных информационных технологий (электронные базы данных, Internet).
-------	--

### **9.2 Перечень необходимых информационных справочных систем**

9.2.1	Каждый обучающийся имеет доступ к электронно-библиотечной системе, содержащей издания по данному курсу. Обучающиеся имеют доступ к современным профессиональным базам данных, информационным справочным и поисковым системам:
9.2.2	- свободный доступ в сеть Интернет, в т. ч. к электронным реферативным базам данных, включающих научные журналы, патенты, материалы научных конференций, информацию по цитируемости статей (в том числе и для российских авторов);

9.2.3	- доступ к издательствам Springer, Elsevier, Istor, в которых сосредоточены электронные научные полнотекстовые журналы по всем областям биологии и экологии (более 500 названий журналов).
9.2.4	Студентам предоставлены условия и возможности работы в режиме on-line с зарубежными и отечественными лицензионными информационными базами данных по профилю образовательных программ СФУ. Доступ к периодическим изданиям на русском и английском языках осуществляется с IP-адресов СФУ по электронным базам:
9.2.5	
9.2.6	Название интернет источника:   Электронный адрес:
9.2.7	BOOKS <a href="http://ibooks.ru/">http://ibooks.ru/</a> :
9.2.8	World Scientific <a href="http://www.worldscientific.com/">http://www.worldscientific.com/</a>
9.2.9	Springer, Kluwer <a href="http://www.springerlink.com/">http://www.springerlink.com/</a>
9.2.1 0	Science (AAAS) <a href="http://www.sciencemag.org/">http://www.sciencemag.org/</a>
9.2.1 1	Scopus <a href="http://www.scopus.com/">http://www.scopus.com/</a>
9.2.1 2	Oxford University Press (Oxford Journals) <a href="http://www.oxfordjournals.org/">http://www.oxfordjournals.org/</a>
9.2.1 3	JSTOR <a href="http://www.jstor.org/">http://www.jstor.org/</a>
9.2.1 4	ISI: Web of Science <a href="http://isiknowledge.com/">http://isiknowledge.com/</a>
9.2.1 5	Elsevier (журналы открытого доступа) <a href="http://sciencedirect.com/">http://sciencedirect.com/</a>
9.2.1 6	Cambridge University Press <a href="http://www.journals.cambridge.org/">http://www.journals.cambridge.org/</a>
9.2.1 7	Blackwell <a href="http://www.blackwell-synergy.com/">http://www.blackwell-synergy.com/</a>
9.2.1 8	Annual Reviews <a href="http://www.annualreviews.org/ebvc">http://www.annualreviews.org/ebvc</a>
9.2.1 9	Научная электронная библиотека (eLIBRARY.RU) <a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
9.2.2 0	ЭБД РГБ (БД диссертаций) <a href="http://diss.rsl.ru">http://diss.rsl.ru</a>
9.2.2 1	ЭБС "BOOK.RU" <a href="http://www.book.ru">http://www.book.ru</a>
9.2.2 2	ЭБС Издательства "Лань" <a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>
9.2.2 3	ЭБС "ИНФРА-М" <a href="http://www.znaniium.com/">http://www.znaniium.com/</a>
9.2.2 4	ЭБС "Университетская библиотека онлайн" <a href="http://www.biblioclub.ru/">http://www.biblioclub.ru/</a>
9.2.2 5	Единый интегрированный поиск по всему объему электронных ресурсов НБ СФУ <a href="http://libsearch.sfu-kras.ru/">http://libsearch.sfu-kras.ru/</a>

9.2.2 6	
9.2.2 7	На сайте библиотеки все студенты имеют доступ к дополнительному сервису – единый интегрированный поиск по всему объему электронных ресурсов НБ СФУ ( <a href="http://libsearch.sfu-kras.ru/">http://libsearch.sfu-kras.ru/</a> ), и к единой Виртуальной справочной службе on-line.

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

ка» материально-технического обеспечения включает в себя:

1. Учебные аудитории, оборудованные аппаратно-программными комплексами «Малый презентационный комплекс», «Доска обратной проекции», «Средний презентационный комплекс»;
2. Компьютерный класс, укомплектованные современными компьютерами, классы на 15 рабочих мест с выходом в Интернет;
3. Необходимое лабораторное оборудование для проведения научно - исследовательских работ.

Для каждого практического занятия по курсу «Биоинжиниринг: белки и молекулярная динамика» подготовлены презентации.