

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего  
образования «Вятский государственный университет»  
(ВятГУ)  
г. Киров

Утверждаю  
Директор/Декан Мартинсон Е. А.



Номер регистрации  
РПД\_3-19.04.01.02\_2021\_124167  
Актуализировано: 04.05.2021

**Рабочая программа дисциплины**  
**Белковая инженерия**

	наименование дисциплины
Квалификация выпускника	Магистр
Направление подготовки	19.04.01
	шифр
	Биотехнология
	наименование
Направленность (профиль)	3-19.04.01.02
	шифр
	Фармацевтическая биотехнология
	наименование
Формы обучения	Очная
	наименование
Кафедра-разработчик	Кафедра биотехнологии (ОРУ)
	наименование
Выпускающая кафедра	Кафедра биотехнологии (ОРУ)
	наименование

## Сведения о разработчиках рабочей программы дисциплины

Герасимов Андрей Сергеевич

---

ФИО

## Цели и задачи дисциплины

Цель дисциплины	Цель курса "Белковая инженерия - дать современное и практическое представление студентам магистерской программы "Фармацевтическая биотехнология" направления 19.04.01 Биотехнология о методах и способах конструирования новых белковых молекул с новыми свойствами
Задачи дисциплины	<p>Для достижения поставленной цели необходимо решить следующий задачи:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Углубить представления о структуре и свойствах белков, в том числе и посттрансляционных модификациях</li> <li>2. Освоить современные методы генной инженерии, такие как LIC, SLIC, мутагенез</li> <li>3. Изучить возможности и области применения методов белковой инженерии</li> <li>4. Получить практические навыки в белковой инженерии</li> </ol>

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

#### Компетенция ОПК-1

способностью к профессиональной эксплуатации современного биотехнологического оборудования и научных приборов		
Знает	Умеет	Владеет
основные методы белковой инженерии	определять конкретный ген, отвечающий за синтез того или иного белка в получении мутации	методами исследования в области белковой инженерии

#### Компетенция ПК-1

готовностью к планированию, организации и проведению научно-исследовательских работ в области биотехнологии, способностью проводить корректную обработку результатов экспериментов и делать обоснованные заключения и выводы		
Знает	Умеет	Владеет
положения и подходы белковой инженерии	планировать, организовывать и проводить эксперимент в области белковой инженерии	навыками выполнения исследований в области белковой инженерии

#### Компетенция ПК-3

способностью представлять результаты выполненной работы в виде научно-технических отчетов, обзоров, научных докладов и публикаций с использованием современных возможностей информационных технологий и с учетом требований по защите интеллектуальной собственности		
Знает	Умеет	Владеет
принципы создания современных биофармацевтических белковых препаратов	проводить поиск и анализ научно-технической информации по заданной тематике в области	навыками представления результатов исследования в области белковой инженерии

	биотехнологий получения новых белков	
--	---	--

**Структура дисциплины**  
**Тематический план**

№ п/п	Наименование разделов дисциплины	Шифр формируемых компетенций
1	Строение и функции белков	ОПК-1, ПК-1, ПК-3
2	Методы белковой инженерии	ОПК-1, ПК-1, ПК-3
3	Лабораторный практикум	ОПК-1, ПК-1, ПК-3
4	Подготовка и прохождение промежуточной аттестации	ОПК-1, ПК-1, ПК-3

**Формы промежуточной аттестации**

Зачет	2 семестр (Очная форма обучения)
Экзамен	Не предусмотрен (Очная форма обучения)
Курсовая работа	Не предусмотрена (Очная форма обучения)
Курсовой проект	Не предусмотрена (Очная форма обучения)

### Трудоемкость дисциплины

Форма обучения	Курсы	Семестры	Общий объем (трудоемкость)		Контактная работа, час	в том числе аудиторная контактная работа обучающихся с преподавателем, час				Самостоятельная работа, час	Курсовая работа (проект), семестр	Зачет, семестр	Экзамен, семестр
			Часов	ЗЕТ		Всего	Лекции	Семинарские, практические занятия	Лабораторные занятия				
Очная форма обучения	1	2	180	5	106.5	52	8	8	36	73.5		2	

## Содержание дисциплины

### Очная форма обучения

Код занятия	Наименование тем занятий	Трудоемкость, академических часов
<b>Раздел 1 «Строение и функции белков»</b>		<b>33.00</b>
<b>Лекции</b>		
Л1.1	Аминокислоты, их физико-химические свойства. Белки и пептиды. Принципы классификации белков. Их биологическая роль. Уровни организации белковых молекул. Первичная структура белка.	1.00
Л1.2	Вторичная структура белка. Наиболее распространённые мотивы: альфа спираль, бета-складчатый слой. Рельеф поверхности $\alpha$ -спирали и $\beta$ -структуры; скрученность $\beta$ -структуры;	1.00
Л1.3	Третичная и четвертичная структура белка. Домены в структуре белка, их функциональная роль. Водорастворимые глобулярные, фибриллярные и мембранные белки. Белковые комплексы.	1.00
Л1.4	Посттрансляционные модификации белков – функции и способы введения. N- /O- Гликозилирование, гидроксилирование, ацетилирование, метилирование, $\gamma$ -карбоксилирование, O-сульфонирование. Спласинг белка.	1.00
<b>Семинары, практические занятия</b>		
П1.1	Способы связи аминокислот в белке. Пептидные, дисульфидные, ионные, гидрофобные взаимодействия и водородные связи.	1.00
П1.2	Связь между первичной и высшими степенями структурной организации белков. Пространственная структура пептидов: роль дисульфидных связей, наиболее распространенные структурные типы, мотив «цистинового узла», комбинация $\alpha$ -спираль— $\beta$ -слой, стабилизируемые цистеинами.	1.00
П1.3	$\alpha$ -спиральные (глобины, циклины, гистоны). $\beta$ -структурные (фибронектиновые, иммуноглобулиновые домены). $\alpha/\beta$ -, $\alpha+\beta$ -домены.	1.00
П1.4	Конформационная стабильность и подвижность белка. Фолдинг. Шапероны и шаперонины. Денатурация белка. Её виды и обратимость. Ренатурация.	1.00
<b>Самостоятельная работа</b>		
С1.1	Подготовка к практическим занятиям	5.00
<b>Контактная внеаудиторная работа</b>		
КВР1.1	Контактная внеаудиторная работа	20.00
<b>Раздел 2 «Методы белковой инженерии»</b>		<b>38.00</b>
<b>Лекции</b>		

Л2.1	Белковая инженерия. Цели науки. Основные методы и стратегии белковой инженерии: направленная эволюция, рациональный дизайн, полурациональный дизайн. Направленная эволюция белковых молекул. Случайный мутагенез. Создание библиотек мутантных молекул.	1.00
Л2.2	Рациональный дизайн. Методы вычислительного дизайна белка. Моделирование расположения боковых цепей. Моделирование на основе гомологии. Библиотеки искусственных белков. Применение теоретических моделей белков в разработке новых лекарств.	1.00
Л2.3	Конструирование белков de novo. Конструирование полипептидов с элементами известной вторичной структуры: $\alpha$ -спирали, $\beta$ -слои, различные функциональные домены (цинковые пальцы, спираль-поворот-спираль, центры связывания ионов металлов).	1.00
Л2.4	Рациональный редизайн белков. Гибридные белки и ферменты. Изменение субстратной специфичности ферментов. Повышение стабильности белков – поперечные сшивки.	1.00
<b>Семинары, практические занятия</b>		
П2.1	Методы сайт-направленного мутагенеза. ПЦР с модифицированными праймерами. Primer extension. Inverse PCR, DNA shuffling.	1.00
П2.2	Методы вычислительного дизайна белка, основанные на использовании баз данных. Метод рекомбинации на основе фрагментов. Методы, объединяющие информацию из вторичной структуры с учётом ограничений в третичной структуре.	1.00
П2.3	Биофизические и биохимические свойства белков, особенности и хранения и формулирования. Посттрансляционные модификации белков. Профили гликозилирования. Аналитические методы анализа рекомбинантных белков.	1.00
П2.4	Виды терапевтических антител: химерное антитело, гуманизированное антитело, человеческое антитело, конъюгат Fc-фрагмента с белком, (Fab) <sub>2</sub> фрагмент, синтетические варианты. Примеры. Технологии получения биспецифических антител: «Knobs-into-hole», «CrossMab», «TriomMab», «Azymetric», «ChargePair», «IgG-IgG». Получение фрагментов антител. Методы гуманизации антител. Агрегаты и иммуногенность моноклональных антител.	1.00
<b>Самостоятельная работа</b>		
С2.1	Подготовка к практическим занятиям	5.00
<b>Контактная внеаудиторная работа</b>		
КВР2.1	Контактная внеаудиторная работа	25.00
<b>Раздел 3 «Лабораторный практикум»</b>		<b>96.00</b>



<b>Лабораторные занятия</b>		
Р3.1	Рандомный и сайт-направленный мутагенез зеленого флуоресцентного белка (GFP). Клонирование полученных вариантов.	36.00
<b>Самостоятельная работа</b>		
С3.1	Подготовка к лабораторной работе	60.00
<b>Раздел 4 «Подготовка и прохождение промежуточной аттестации»</b>		<b>13.00</b>
КВР4.1	Подготовка к сдаче зачета	9.00
КВР4.2	Сдача зачета	0.50
34.1	Подготовка к сдаче зачета	3.50
<b>ИТОГО</b>		<b>180.00</b>

Содержание дисциплины данной рабочей программы используется при обучении по индивидуальному учебному плану, при ускоренном обучении, при применении дистанционных образовательных технологий и электронном обучении (при наличии).

## Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Успешное освоение дисциплины предполагает активное, творческое участие обучающегося на всех этапах ее освоения путем планомерной, повседневной работы. Обучающийся обязан посещать лекции, семинарские, практические и лабораторные занятия (при их наличии), получать консультации преподавателя и выполнять самостоятельную работу.

Изучение дисциплины следует начинать с проработки настоящей рабочей программы, методических указаний и разработок, указанных в программе, особое внимание уделить целям, задачам, структуре и содержанию дисциплины.

Главной задачей каждой лекции является раскрытие сущности темы и анализ ее основных положений. Тематика лекций определяется настоящей рабочей программой дисциплины.

Лекции – это систематическое устное изложение учебного материала. На них обучающийся получает основной объем информации по каждой конкретной теме. Лекции обычно носят проблемный характер и нацелены на освещение наиболее трудных и дискуссионных вопросов.

Предполагается, что обучающиеся приходят на лекции, предварительно проработав соответствующий учебный материал по источникам, рекомендованным программой. Часто обучающимся трудно разобраться с дискуссионными вопросами, дать однозначный ответ. Преподаватель, сравнивая различные точки зрения, излагает свой взгляд и нацеливает их на дальнейшие исследования и поиск научных решений. После лекции желательно вечером перечитать и закрепить полученную информацию, тогда эффективность ее усвоения значительно возрастает. При работе с конспектом лекции необходимо отметить материал, который вызывает затруднения для понимания, попытаться найти ответы на затруднительные вопросы, используя предлагаемую литературу. Если самостоятельно не удалось разобраться в материале, сформулируйте вопросы и обратитесь за помощью к преподавателю.

Целью семинарских занятий является проверка уровня понимания обучающимися вопросов, рассмотренных на лекциях и в учебной литературе.

Целью практических и лабораторных занятий является формирование у обучающихся умений и навыков применения теоретических знаний в реальной практике решения задач; восполнение пробелов в пройденной теоретической части курса.

Семинарские, практические и лабораторные занятия в равной мере направлены на совершенствование индивидуальных навыков решения теоретических и прикладных задач, выработку навыков интеллектуальной работы, а также ведения дискуссий. Для успешного участия в семинарских, практических и лабораторных занятиях обучающемуся следует тщательно подготовиться.

Основной формой подготовки обучающихся к практическим (лабораторным) занятиям является самостоятельная работа с учебно-методическими материалами, научной литературой, статистическими данными и т.п.

Изучив конкретную тему, обучающийся может определить, насколько хорошо он в ней разобрался. Если какие-то моменты остались непонятными, целесообразно составить список вопросов и на занятии задать их преподавателю. Практические (лабораторные) занятия предоставляют обучающемуся возможность творчески раскрыться, проявить инициативу и развить навыки публичного ведения дискуссий и общения.

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя выполнение различного рода заданий (изучение учебной и научной литературы, материалов лекций, систематизацию прочитанного материала, подготовку контрольной работы, решение

задач, подготовка докладов, написание рефератов, публикация тезисов, научных статей, подготовка и защита курсовой работы / проекта и другие), которые ориентированы на глубокое усвоение материала изучаемой дисциплины.

Обучающимся рекомендуется систематически отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки.

Внутренняя система оценки качества освоения дисциплины включает входной контроль уровня подготовленности обучающихся, текущий контроль успеваемости, промежуточную аттестацию, направленную на оценивание промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине (в том числе результатов курсового проектирования (выполнения курсовых работ) при наличии).

При проведении промежуточной аттестации обучающегося учитываются результаты текущего контроля, проводимого в течение освоения дисциплины.

Процедура оценивания результатов освоения дисциплины осуществляется на основе действующих локальных нормативных актов ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет», с которыми обучающиеся знакомятся на официальном сайте университета [www.vyatsu.ru](http://www.vyatsu.ru).

## **Учебно-методическое обеспечение дисциплины, в том числе учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающегося по дисциплине**

### **Учебная литература (основная)**

- 1) Нельсон, Д. Основы биохимии Ленинджера. Том 1 Основы биохимии, строение и катализ : учебное пособие / Д. Нельсон, М. Кокс. - 4-е изд., испр., электрон. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 749 с. : ил., схем., табл. - (Лучший зарубежный учебник). - ISBN 978-5-00101-863-6. - ISBN 978-5-00101-864-3 (Т. 1) : Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=466642/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.
- 2) Нельсон, Дэвид Основы биохимии Ленинджера : в 3 т. / Д. Нельсон, М. Кокс. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - . - Текст : непосредственный. Т. 1 : Основы биохимии строение и катализ. - 2011. - 694 с. : ил. - (Лучший зарубежный учебник). - Библиогр. в конце ст. - ISBN 978-5-94774-365-4 : 1897.50 р.
- 3) Щелкунов, Сергей Николаевич Генетическая инженерия : учеб. пособие: В 2 ч. / С. Н. Щелкунов. - Новосибирск : Изд-во Новосиб. ун-та. - Текст : непосредственный. Ч. 1. - 1994. - 304 с. - ISBN 5-7615-0210-0 : 10400.00 р., 87.00 р.

### **Учебная литература (дополнительная)**

- 1) Патрушев, Лев Иванович Искусственные генетические системы / Л. И. Патрушев; РАН, Ин-т биоорган. химии. - М. : Наука. - Текст : непосредственный. Т. 1 : Генная и белковая инженерия. - 2004. - 526 с. - Библиогр.: с. 455-462. - ISBN 5-02-032893-6 : 220.00 р.
- 2) Тузова, Р. В. Молекулярно-генетические механизмы эволюции органического мира. Генетическая и клеточная инженерия / Р.В. Тузова. - Минск : Белорусская наука, 2010. - 396 с. - ISBN 978-985-08-1186-8 : Б. ц. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=89370/> (дата обращения: 24.03.2020). - Режим доступа: ЭБС Университетская библиотека ONLINE. - Текст : электронный.
- 3) Молекулярно-генетические и биохимические методы в современной биологии растений / ред.: Вл. В. Кузнецов, В. В. Кузнецов, Г. А. Романов. - М. : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 487 с. : ил. - (Методы в биологии). - ISBN 978-5-9963-0738-8 : 847.46 р. - Текст : непосредственный.
- 4) Рыбчин, Валентин Николаевич. Основы генетической инженерии : Учеб. / В. Н. Рыбчин. - 2-е изд. , перераб. и доп. - СПб. : Изд-во СПбГТУ, 2002. - 522 с. - Библиогр.: с. 476-491. - ISBN 5-7422-0088-9 : 135.00 р. - Текст : непосредственный.

### **Учебно-методические издания**

- 1) Бессолицына, Екатерина Андреевна. Биохимия метаболизма : учеб. пособие: [дисциплина "Биохимия": специальности 06.03.01, 19.03.01] / Е. А. Бессолицына. -

Б. м. : Издательские решения, 2016. - 286 с. - ISBN 978-5-4483-3663-8 : Б. ц. - URL: <https://lib.vyatsu.ru>. - Режим доступа: для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

### **Учебно-наглядное пособие**

1) Субботина, Т. Н. Молекулярная биология и геновая инженерия : практикум / Т. Н. Субботина, П. А. Николаева, А. Е. Харсекина. - Красноярск : СФУ, 2018. - 60 с. - ISBN 978-5-7638-3857-2 : Б. ц. - URL: <https://e.lanbook.com/book/157528> (дата обращения: 15.05.2020). - Режим доступа: ЭБС Лань. - Текст : электронный.

### **Электронные образовательные ресурсы**

- 1) Портал дистанционного обучения ВятГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <http://mooc.do-kirov.ru/>
- 2) Раздел официального сайта ВятГУ, содержащий описание образовательной программы [электронный ресурс] / - Режим доступа: [https://www.vyatsu.ru/php/programms/eduPrograms.php?Program\\_ID=3-19.04.01.02](https://www.vyatsu.ru/php/programms/eduPrograms.php?Program_ID=3-19.04.01.02)
- 3) Личный кабинет студента на официальном сайте ВятГУ [электронный ресурс] / - Режим доступа: <https://new.vyatsu.ru/account/>
- 4) Единое окно доступа к образовательным ресурсам <http://window.edu.ru/>

### **Электронные библиотечные системы (ЭБС)**

- ЭБС «Научная электронная библиотека eLIBRARY» (<http://elibrary.ru/defaultx.asp>)
- ЭБС «Издательства Лань» (<http://e.lanbook.com/>)
- ЭБС «Университетская библиотека online» ([www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru))
- Внутренняя электронно-библиотечная система ВятГУ (<http://lib.vyatsu.ru/>)
- ЭБС «ЮРАЙТ» (<https://urait.ru>)

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

- ГАРАНТ
- КонсультантПлюс
- Техэксперт: Нормы, правила, стандарты
- Роспатент (<https://www1.fips.ru/elektronnye-servisy/informatsionno-poiskovaya-sistema>)
- Web of Science® (<http://webofscience.com>)

## Материально-техническое обеспечение дисциплины

### Демонстрационное оборудование

Перечень используемого оборудования
МУЛЬТИМЕДИА ПРОЕКТОР CASIO XJ-F210WN С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ КАБЕЛЕМ HDMI
НОУТБУК HP g6-1160er 15,6"/I3
ЭКРАН ScreenMedia Champion (SCM-4304) 244*183 MW 4:3 настенный с электроприводом

### Специализированное оборудование

Перечень используемого оборудования
8-КАНАЛЬНАЯ ГРЕБЁНКА МА-8
АСПИРАТОР С СОСУДОМ ЛОВУШКОЙ FTA-1
ДОЗАТОР ПИПЕТОЧНЫЙ S1, 1-100
ЛАБОРАТОРНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ МНОГОЭТАПНОЙ ПРЕПАРАТИВНОЙ ОБРАБОТКИ БИОМОЛЕКУЛ
НАСТОЛЬНЫЙ ШТАТИВ "КАРУСЕЛЬ" ДЛЯ 6-ТИ ДОЗАТОРОВ
ТЕРМОСТАТ твердотельный програм,м/габарит, *ТТ-1-ДНК-Техн,*/40-28/ *Гном*
УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДЕЗИНТЕГРАТОР HD2200 в к-те
ХОЛОДИЛЬНИК *СТИНОЛ-242*
ЦЕНТРИФУГА EPPENDORF 5810R С ОХЛАЖДЕНИЕМ С РОТОРАМИ И АДАПТЕРАМИ
ШКАФ ВЫТЯЖНОЙ /БЕЛЫЙ/

**Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, в том числе лицензионное и свободно распространяемое ПО (включая ПО отечественного производства)**

№ п.п	Наименование ПО	Краткая характеристика назначения ПО
1	Программная система с модулями для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»	Программный комплекс для проверки текстов на предмет заимствования из Интернет-источников, в коллекции диссертация и авторефератов Российской государственной библиотеки (РГБ) и коллекции нормативно-правовой документации LEXPRO
2	Microsoft Office 365 ProPlusEdu ALNG SubsVL MVL AddOn toOPP	Набор веб-сервисов, предоставляющий доступ к различным программам и услугам на основе платформы Microsoft Office, электронной почте бизнес-класса, функционалу для общения и управления документами
3	Office Professional Plus 2016	Пакет приложений для работы с различными типами документов: текстами, электронными таблицами, базами данных, презентациями
4	Windows Professional	Операционная система
5	Kaspersky Endpoint Security для бизнеса	Антивирусное программное обеспечение
6	Справочная правовая система «Консультант Плюс»	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации
7	Электронный периодический справочник ГАРАНТ Аналитик	Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации
8	Security Essentials (Защитник Windows)	Защита в режиме реального времени от шпионского программного обеспечения, вирусов.
9	МойОфис Стандартный	Набор приложений для работы с документами, почтой, календарями и контактами на компьютерах и веб браузерах

Обновленный список программного обеспечения данной рабочей программы находится по адресу:  
[https://www.vyatsu.ru/php/list\\_it/index.php?op\\_id=124167](https://www.vyatsu.ru/php/list_it/index.php?op_id=124167)