



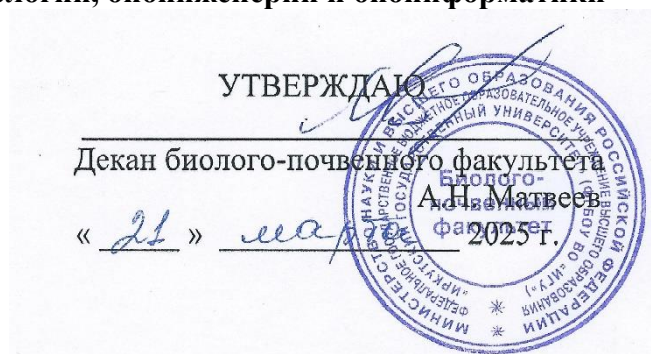
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ФГБОУ ВО «ИГУ»

Кафедра физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики



УТВЕРЖДАЮ

Декан биолого-почвенного факультета

А.Н. Матвеев

« 21 » марта 2025 г.

Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины: Б1. В. 28 «СИНТЕТИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ»

Направление подготовки: 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика»

Квалификация выпускника: биоинженер и биоинформатик

Форма обучения: очная с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Согласовано с УМК биолого-почвенного
факультета

Протокол № 5 от 21 марта 2025 г.

Председатель А.Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой физико-химической
биологии, биоинженерии и биоинформатики

Протокол № 12 от 19 марта 2025 г.

Зав. кафедрой В.П. Саловарова

Иркутск 2025 г.

Содержание

	стр.
I. Цель и задачи дисциплины	3
II. Место дисциплины в структуре ОПОП	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины	3
IV. Содержание и структура дисциплины	5
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	5
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	6
4.3 Содержание учебного материала	8
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	10
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов	11
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	11
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)	11
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	13
а) перечень литературы	13
б) периодические издания.....	14
в) список авторских методических разработок	14
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы.....	14
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины	15
6.1. Учебно-лабораторное оборудование	15
6.2. Программное обеспечение	15
6.3. Технические и электронные средства обучения	16
VII. Образовательные технологии	16
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	17

I. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель: формирование знаний в области создания и разработки новых биологических систем, конструкций и процессов, которые не существуют в природе, но могут быть использованы для решения различных задач в области медицины, фармацевтики, сельского хозяйства, экологии и промышленности.

Задачи:

- сформировать представление о системной биологии как актуальной и востребованной отрасли знаний;
- рассмотреть основные принципы инженерии и биологии для создания устойчивых и эффективных биологических механизмов, которые могут быть направлены на решение практических и научных проблем;
- ознакомиться с инновационными решениями и экспериментальными средствами создания новых форм биосистем;
- рассмотреть потенциальные риски и последствия использования синтетической биологии.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Дисциплина Б1. В.28 «Синтетическая биология» является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана подготовки специалистов по направлению 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика».

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания студентов в области биологической химии и молекулярной биологии, клеточной биологии, генетики, микробиологии и вирусологии, биоинформатики, биотехнологии.

2.3. Освоение учебной дисциплины «Синтетическая биология» необходимо для научно-исследовательской работы и выполнения выпускной квалификационной работы:

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенций (компетенции) в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика».

ПК-1: Способен творчески использовать и применять фундаментальные представления биологии, смежных дисциплин и современные методологические подходы для определения перспективных направлений научных исследований в сфере получения, изучения и применения различных природных, измененных природных биологических объектов, искусственных, организмов, а также биомакромолекул, обработку и последующий анализ большого массива информации по биологическим объектам

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-1 Способен творчески использовать и применять фундаментальные представления биологии, смежных дисциплин и современные методологические подходы для определения перспективных направлений научных	ИДК ПК-1.1 Знает актуальные проблемы, основные открытия в области изучения живых организмов и биологических систем различных уровней организации и способен использовать теоретические знания и умения в научно-исследовательской деятельности	Знать: биологические объекты, особенности метаболизма, фундаментальные и прикладные аспекты современных методов исследования биологических систем, оценку потенциальных рисков и последствий использования синтетической биологии. Уметь: выбирать методы исследования биологических объектов и применять системный подход для анализа и оптимизации биологических процессов. Владеть: методами работы с биологическими объектами и генетическим материалом
	ИДК ПК-1.2	Знать: принципы создания и разработки новых биологических систем, конструкций и

исследований в сфере получения, изучения и применения различных природных, измененных природных биологических объектов, искусственных, организмов а также биомакромолекул, обработку и последующий анализ большого массива информации по биологическим объектам	Умеет использовать фундаментальные знания и современные методологические подходы для перспективных направлений научных исследований, построения информационных моделей и практических разработок в сфере профессиональной деятельности.	процессов, которые не существуют в природе, но могут быть использованы для решения различных задач в области медицины, фармацевтики, сельского хозяйства, экологии и промышленности Уметь: использовать теоретические знания, методы исследования и редактирования генома для точного и эффективного изменения генетического материала различных организмов Владеть: методами создания синтетических клеток и других систем, которые могут выполнять сложные функции
	<i>ИДК ПК-1.3</i> Владеет навыками творческого применения методологических подходов для разработки моделей, новых технологий, материалов и биологических объектов с целенаправленно измененными свойствами, методов выработки практических рекомендаций для решения задач профессиональной деятельности	Знать: создание новых биологических компонентов (генов, белков, молекул РНК), а также полных биологических систем, которые могут быть использованы в различных приложениях Уметь: использовать компьютерные модели для предсказания поведения биологических систем. Владеть: методами создания устойчивых и эффективных биологических механизмов, которые могут быть направлены на решение практических и научных проблем.

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 2 зачетных единицы, 72 ч. Лекции-18 ч. Практические занятия– 18 ч. Самостоятельная работа -26 ч.

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий не менее 20% часов от аудиторной работы

Форма промежуточной аттестации: зачет

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/ н	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Форма текущего контроля успеваемости и/Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Тема 1. Введение в синтетическую биологию	9	6		2	2		2	Устный опрос, доклад-презентация
2	Тема 2. Дизайн и инженерия биологических систем	9	12		4	4		4	Устный опрос, доклад-презентация
3	Тема 3. Методы сборки и выражения синтетических генов	9	10		2	4		4	Устный опрос, доклад-презентация

4	Тема 4. Синтетическая биология и клеточная инженерия	9	8		2	2		4	Устный опрос, доклад-презентация
5	Тема 5. Биологические вычисления и биоинформатика	9	8		2	2		4	Устный опрос, доклад-презентация
6	Тема 6. Применения синтетической биологии	9	10		4	2		4	Устный опрос, доклад-презентация
7	Тема 7. Этические и правовые аспекты	9	8		2	2		4	Устный опрос, доклад-презентация

4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
9	Тема 1. Введение в синтетическую биологию	Изучение лекционного материала рекомендуемой литературы, интернет-источников, подготовка к практическому занятию.	1-2	2	Устный опрос, доклад-презентация	Раздел 5
9	Тема 2. Дизайн и инженерия биологических систем	Изучение лекционного материала рекомендуемой литературы, интернет-источников, подготовка к практическому занятию.	3-6	4	Устный опрос, доклад-презентация	- « -
9	Тема 3. Методы сборки и выражения синтетических генов	Изучение лекционного материала рекомендуемой литературы, интернет-источников, подготовка к практическому занятию.	7-8	4	Устный опрос, доклад-презентация	- « -

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
9	Тема 4. Синтетическая биология и клеточная инженерия	Изучение лекционного материала рекомендуемой литературы, интернет-источников, подготовка к практическому занятию.	9-11	4	Устный опрос, доклад-презентация	- « -
9	Тема 5. Биологические вычисления и биоинформатика	Изучение лекционного материала рекомендуемой литературы, интернет-источников, подготовка к практическому занятию.	12-13	4	Устный опрос, доклад-презентация	- « -
9	Тема 6. Применения синтетической биологии	Изучение лекционного материала рекомендуемой литературы, интернет-источников, подготовка к практическому занятию.	14-16	4	Устный опрос, доклад-презентация,	- « -
9	Тема 7. Этические и правовые аспекты	Изучение лекционного материала рекомендуемой литературы, интернет-источников, подготовка к практическому занятию	17-18	4	Устный опрос, доклад-презентация	- « -
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) – 26						
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час) – 12						

4.3 Содержание учебного материала

Тема 1. Введение в синтетическую биологию

Определение и цели синтетической биологии. Связь с другими науками. Отличия от генной инженерии и биотехнологии. Историческое развитие и ключевые достижения. Применение инженерного подхода в биологии, обуславливающее возникновение синтетической биологии. Основные направления, приложения и перспективы развития.

Тема 2. Дизайн и инженерия биологических систем

Основы работы с ДНК и геномами. Рекombинантные ДНК-технологии. Методы секвенирования и синтеза ДНК. CRISPR-Cas и другие технологии редактирования генома. Принципы генной сборки и конструирования ДНК. Рациональный дизайн генетических цепей. Использование биологических "деталей" (промоторы, операторы, терминаторы). Гибридные и модульные системы. Автоматизированные методы проектирования (BioCAD).

Тема 3. Методы сборки и выражения синтетических генов

Системы экспрессии генов и регуляции. Клонирование и экспрессия в прокариотах и эукариотах. Гибридные белки и их применение. Оптимизация экспрессии и контроль регуляции. Системы доставки (вирусные, наночастицы, липосомы).

Тема 4. Синтетическая биология и клеточная инженерия

Создание минимальных клеток. Искусственные клетки и протоклеточные системы. Метаболическая инженерия. Методы оптимизации метаболических путей. Программируемые клеточные сети. Проектирование клеточных фабрик для производства биопродуктов. Биотопливо, биоматериалы и биофармацевтика.

Тема 5. Биологические вычисления и биоинформатика

Логические элементы на основе ДНК. Биосенсоры и биоинженерные материалы. Системы обработки информации в клетках. Компьютерное моделирование биологических систем. Анализ и предсказание функциональности генетических схем. Использование искусственного интеллекта в синтетической биологии.

Тема 6. Применения синтетической биологии

Биомедицина и генная терапия. Влияние на медицину и фармацевтику будущего. Новые горизонты в биотехнологии. Экологические и биоремедиационные технологии. Биотопливо и устойчивые источники энергии. Биосенсоры и мониторинг окружающей среды. Агробиотехнологии и устойчивое сельское хозяйство. Генетически модифицированные организмы (ГМО) в сельском хозяйстве. Искусственная жизнь и перспективы её создания. Биороботы и биогибридные системы.

Тема 7. Этические и правовые аспекты

Биобезопасность и биоугроза. Этические вопросы редактирования генома. Законодательство и международные стандарты. Общественное восприятие синтетической биологии. Регуляторные аспекты и патентование.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)
			Всего часов	Из них практ ическ ая подго товка		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1	Введение в синтетическую биологию	2	2	Устный опрос, доклад-презентация	ПК-1 ИДК ПК 1.1
2	Тема 2	Дизайн и инженерия биологических систем	4	4	Устный опрос, доклад-презентация	ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3
3	Тема 3	Методы сборки и выражения синтетических генов	4	4	Устный опрос, доклад-презентация	ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3
4	Тема 4	Синтетическая биология и клеточная инженерия	2	2	Устный опрос, доклад-презентация	ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3
5	Тема 5	Биологические вычисления и биоинформатика	2	2	Устный опрос, доклад-презентация	ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3
6	Тема 6	Применения синтетической биологии	2	2	Устный опрос, доклад-презентация	ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3
7	Тема 7	Этические и правовые аспекты	2	2	Устный опрос, доклад-презентация, тесты, задачи	ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1	Введение в синтетическую биологию	1. Подготовка докладов по теме 2. Подготовка к устному опросу	ПК-1	ПК-1 ИДК ПК 1.1
2	Дизайн и инженерия биологических систем	1. Подготовка докладов по теме 2. Подготовка к устному опросу	ПК-1	ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3

3	Методы сборки и выражения синтетических генов	1. Подготовка докладов по теме 2. Подготовка к устному опросу	ПК-1	ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3
4	Синтетическая биология и клеточная инженерия	1. Подготовка докладов по теме 2. Подготовка к устному опросу	ПК-1	ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3
5	Биологические вычисления и биоинформатика	1. Подготовка докладов по теме 2. Подготовка к устному опросу	ПК-1	ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3
6	Применения синтетической биологии	1. Подготовка докладов по теме 2. Подготовка к устному опросу	ПК-1	ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3
7	Этические и правовые аспекты	1. Подготовка докладов по теме 2. Подготовка к устному опросу 3. Подготовка к тестированию	ПК-1	ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов преследует следующие цели:

- совершенствование навыков самообразовательной работы как основного пути повышения уровня образования;
- углубление и расширение знаний по предмету.

По дисциплине «Синтетическая биология» предлагаются следующие формы самостоятельной работы:

- а) Углубленный анализ научно-методической литературы и изучение учебного материала, предусмотренного рабочей программой;
- б) подготовка к контрольному опросу на практических занятиях;
- в) подготовка устных докладов с презентацией;
- г) подготовка к тестированию

Письменные работы. Для самостоятельного изучения тем рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу, а также источники, найденные при помощи информационно-справочных и поисковых платформ. Для закрепления материала рекомендуется делать краткие конспекты по теме.

Устный доклад – это сообщение в течение 10 мин, в котором студент в лаконичной форме должен изложить материал по соответствующей теме, придерживаясь следующего плана: введение, основная часть, заключение. Доклад сопровождается презентацией, отражающей основные положения по соответствующей теме, включающей наглядные материалы (схемы, таблицы, фото и т.д.). По окончании доклада студенту задают вопросы, как преподаватель, так и студенты, на которые докладчик должен дать исчерпывающие ответы.

Критерии оценивания устного доклада:

- Оценка «отлично». В докладе полностью раскрыта тема, проанализировано современное состояние вопроса; студент свободно владеет материалом, излагает его логично, последовательно, лаконично, соблюдая основные правила культуры речи. Доклад сопровождается презентацией, которая отражает основные положения доклада, презентация составлена грамотно с соблюдением общих требований, правил шрифтового оформления, подачи графического материала, имеются ссылки на приведенные фото,

рисунки, схемы и т.д., приводится список использованной литературы. При обсуждении доклада студент дает исчерпывающие, аргументированные, корректные ответы на вопросы.

- Оценка «хорошо». Тема раскрыта, приведено достаточное количество материала, но при этом материал в недостаточной степени проанализирован автором. Презентация не в полной степени соответствует общим требованиям. Ответы студента не на все вопросы являются исчерпывающими и аргументированными.

- Оценка «удовлетворительно». Тема раскрыта не полно, материал приведен как простая констатация фактов, не проанализирован, студент показывает поверхностные знания. Презентация частично соответствует установленным требованиям. При обсуждении доклада студент не всегда дает правильные, исчерпывающие ответы на задаваемые вопросы.

- Оценка «неудовлетворительно». Тема доклада не раскрыта, скудный объем приведенных материалов; презентация отсутствует. При обсуждении доклада студент не дает ответы или они не соответствуют заданным вопросам.

Рекомендации по подготовке презентации.

Презентации — способ представления информации, сочетающий в себе текст, гипертекстовые ссылки, компьютерную анимацию, графики, видео, музыку и звуковой ряд, которые организованы в единую среду. Презентация имеет сюжет, сценарий и структуру, организованную для удобного восприятия информации. Отличительной особенностью презентации является её интерактивность, то есть создаваемая для пользователя возможность взаимодействия через элементы управления.

Презентация всегда состоит из двух основных компонентов: информации, которую выступающий хочет донести до аудитории, и манеры изложения. Написанный на бумаге текст помогает более четко и последовательно изложить материал. Презентации обычно делают в PowerPoint, в Impress, либо в Acrobat. Желательно придерживаться принципа: один слайд - одна мысль. Титульный слайд должен содержать название презентации, её автора, контактную информацию автора. На втором слайде обычно представлен план презентации, основные разделы или вопросы, которые будут рассмотрены. Остальные слайды нужно строить по модели: тезис - аргументы – вывод. Выводы всегда должно быть даны ясно и лаконично на отдельном слайде. Предпоследний слайд должен содержать информацию об использованных источниках литературы, интернет-ресурсах. Последний слайд может повторять титульный с добавлением фразы «Спасибо за внимание!»

На слайды должны попасть только самые важные тезисы и данные, а также графический материал: диаграммы, рисунки, фотографии. Старайтесь делать слайды на однородном светлом фоне с более контрастным текстом. Ключевые слова в предложении лучше выделять жирным шрифтом или цветом. Текст пишите крупно, плотно набранный текст сложнее воспринимается.

Содержание и форма отчета по практической работе

Отчет по практической работе должен включать следующие разделы:

1. НАЗВАНИЕ РАБОТЫ
2. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ РАБОТЫ
3. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

В данном разделе приводятся характеристики исследуемого объекта в соответствии с индивидуальным заданием, дается перечень использованных в работе компьютерных программ, иных электронных ресурсов и баз данных; описание методик. Не следует включать материалы, не использованные в работе.

4. РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В данном разделе приводятся результаты работы в виде таблиц, рисунков и схем. Дается обсуждение результатов работы: адекватность результатов поставленным задачам, интерпретация результатов с позиции основных биологических теорий и т.д.

5. ВЫВОДЫ

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов): не предусмотрены учебным планом.

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

а) перечень литературы

1. Чемериловa, В.И. Основы геномики и протеомики: технологии рекомбинантных ДНК первого поколения (генная инженерия) / В. И. Чемериловa. Иркутск: Изд-во ИГУ, 2014. - 238 с. - ISBN 978-5-9624-1217-7 (39 экз.)
2. Физико-химические методы в биологии: учеб. пособие для вузов, / В. П. Саловарова [и др.]; ред. В. П. Саловарова // Иркутск: Изд-во ИГУ, 2013. - 295 с. - ISBN 978-5-9624-0806-4. (88экз).
3. Саловарова, В. П. Эколого-биотехнологические основы конверсии растительных субстратов. учеб. пособие для студ. вузов / В. П. Саловарова; Иркутский гос. ун-т, Науч. б-ка. - 2-е изд., перераб. и доп. М. Энергия, 2006. - 543с. ISBN-598908-001-4 (45 экз)
4. Чхенкели В.А. Препараты последнего поколения на основе грибов-филотропов рода *Trametes*: обнаруженные эффекты, механизмы действия, применение. Монография /В.А. Чхенкели. М.: Изд- во «Перо», 2014. -256 с. ISBN 978-5-91940-924-3 (5 экз.)
5. Огарков Б.Н. Мусота - основа многих биотехнологий [Электронный ресурс] / Б. Н. Огарков. - Иркутск: Время странствий, 2011. - ISBN 978-5-91344-259-8 (10 экз.)
6. Чхенкели В.А. Биотехнология: учеб. пособие / В. А. Чхенкели. - СПб. : Проспект науки, 2014. - 335 с. ISBN 978-5-906109-06-4 (5 экз)
7. Якупов, Т. Р. Молекулярная биотехнология/ Т. Р. Якупов, Т. Х. Фаизов. — Казань: КГАВМ им. Баумана, 2018. — 280 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/122952>— Режим доступа: для авториз. пользователей.
8. Баженова, И. А. Основы молекулярной биологии. Теория и практика: учебное пособие для вузов / И. А. Баженова, Т. А. Кузнецова. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург: Лань, 2021. — 140 с. — ISBN 978-5-8114-6787-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/>— Режим доступа: для авториз. пользователей.
9. Песцов, Г. В. Биотехнология: учебно-методическое пособие / Г. В. Песцов, Н. Н. Жуков. — Тула: ТГПУ, 2021. — 68 с. — ISBN 978-5-6045162-5-6. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/213473>— Режим доступа: для авториз. пользователей
10. Коваленко Л.В. Биохимические основы химии биологически активных веществ / Л. В. Коваленко. – М.: Лаборатория знаний, 2012. - 228 с., 2012. - (Учебник для высшей школы). - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - 20 доступов - ISBN 978-5-9963-1100-2
11. Ермаков, В. В. Вирусология и биотехнология: методические указания / В. В. Ермаков. — Самара: СамГАУ, 2019. — 25 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/123533> — Режим доступа: для авториз. пользователей.
12. Миронов, П. В. Методы выделения и анализа продуктов биосинтеза: учебное пособие / П. В. Миронов, Е. В. Алаудинова. — Красноярск: СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2019. — 116 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/147482> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

13. Введение в биотехнологию [Электронный ресурс]: учеб. для вузов по напр. "Биология" и смежным напр./ А. И. Нетрусов. - ЭВК. -М.: Академия, 2014. - Режим доступа: ЭЧЗ "Библиотех". - 20 доступов. -ISBN 978-5-4468-0345-3
14. Большой практикум по биоинженерии и биоинформатике: учеб. -метод. пособие: в 3 ч. / А. А. Приставка, В. П. Саловарова// Иркутск: Изд-во ИГУ, Ч. 1: Белки. - 2013. - 121 с. - ISBN 978-5-9624-0962-7. (71экз)
15. Белькова Н. Л. Большой практикум по биоинженерии и биоинформатике: учеб. -метод. пособие: в 3 ч. / Н. Л. Белькова// Иркутск: Изд-во ИГУ, Ч. 2: Нуклеиновые кислоты. - 2014. - 155 с. - ISBN 978-5-9624-1184-2. (41экз)
16. Ченцов Ю. С. Введение в клеточную биологию: учеб. для ун-тов, / Ю. С. Ченцов. - 4-е изд., перераб. и доп., стер. изд. - М.: Альянс, 2015. - 494 с.- ISBN 978-5-91872-080-6 (30экз)
17. Апчел, В. Я. Стволовые клетки: биолого-физиологические закономерности развития, функции и механизмы: монография / В. Я. Апчел, А. В. Москалёв, Е. А. Никитина. — Санкт-Петербург: Издательство РГПУ им. А. И. Герцена, 2023. — 212 с. — ISBN 978-5-8064-3240-8. — Текст: электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART: [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/137275.html> (дата обращения: 14.03.2024).
18. Песцов Г.В. Биотехнология / Г. В. Песцов, Н. Н. Жуков.// - Тула: ТГПУ, 2021. - 68 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/213473><https://e.lanbook.com/img/cover/book/213473.jpg>. - ЭБС "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-6045162-5-6 Доп.точки доступа: <https://e.lanbook.com/book/213473>; <https://e.lanbook.com/img/cover/book/213473.jpg>
19. Рамсден, Джереми. Физико-технические основы бионанотехнологий и наноиндустрии : учеб. пособие / Дж. Рамсден ; пер. с англ. Л. Н. Кодомского. - Долгопрудный: Интеллект, 2013. - 335 с. - ISBN 978-5-91559-139-3. (1экз)
20. Щербаков Д. Ю. Актуальные проблемы современной генетики. Биоинформационные методы анализа биоразнообразия: учеб. пособие / Д. Ю. Щербаков, Р. В. Адельшин, М. В. Коваленкова// Иркутск: Изд-во ИГУ, 2018. - 119 с.- ISBN 978-5-9624-1600-7 (13экз)

б) периодические издания

«Биотехнология», «Вестник биотехнологии и физико-химической биологии имени Ю.А. Овчинникова», "Генетика", "Молекулярная биология", "Synthetic Biology" (Oxford Academic), "ACS Synthetic Biology" (Американское химическое общество)

в) список авторских методических разработок

Саловарова, В. П. Эколого-биотехнологические основы конверсии растительных субстратов. учеб. пособие для студ. вузов / В. П. Саловарова; Иркутский гос. ун-т, Науч. б-ка. - 2-е изд., перераб. и доп. М. Энергия, 2006. - 543с. ISBN-598908-001-4 (45 экз)

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. <http://ensemblgenomes.org> – Ensembl, совместный научный проект Европейского института биоинформатики и Института Сэнгера, который предоставляет интегрированный доступ к базам данных, касающихся строения геномов различных организмов.

2. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/> – англоязычная текстовая база данных PubMed, содержащая цитаты, аннотации и ссылки на полные тексты публикаций биомедицинской и общепроизводственной направленности Национального центра биотехнологической информации США (NCBI).

3. <http://elibrary.ru/defaultx.asp> - научная электронная библиотека, крупнейший российский информационный портал в области науки, технологии, медицины и образования, содержащий рефераты и полные тексты научных статей и публикаций.

4. <https://cyberleninka.ru> – российская научная электронная библиотека «КиберЛенинка».

5. <https://www.researchgate.net> – бесплатная социальная сеть ResearchGate для сотрудничества учёных всех научных дисциплин, включает такие сетевые приложения, как семантический поиск, совместное использование файлов, обмен публикациями, тематические форумы, методологические дискуссии и так далее.

6. <http://molbiol.ru> - нейтральная русскоязычная территория для тех, кто профессионально связан с биологией или молекулярной биологией.

7. Научная Электронная Библиотека <http://www.e-library.ru>

8. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru>)

9. ЭБС «ЮРАЙТ». Адрес доступа: <https://www.biblio-online.ru/>

10. ЭБ Издательского центра «Академия». Адрес доступа: <http://www.academia-moscow.ru>

11. <http://www.fptl.ru/biblioteka/biotehnologiya.html>

12. <http://www.medbook.net.ru/010512.shtml>

13. <http://tusearch.blogspot.com> - Поиск электронных книг, публикаций, законов, ГОСТов на сайтах научных электронных библиотек.

14. Google Scholar –Поисковая система по научной литературе.

15. Science Research Portal - Научная поисковая система, осуществляющая полнотекстовый поиск в журналах многих крупных научных издательств, таких как Elsevier, Highwire, IEEE, Nature, Taylor & Francis и др. Ищет статьи и документы в открытых научных базах данных: Directory of Open Access Journals, Library of Congress Online Catalog, Science.gov и Scientific News.

16. Российский образовательный портал по биотехнологиям (<https://biotech.edu.ru>)

17. Международный ресурс по синтетической биологии iGEM (<https://igem.org>)

18. Платформа открытых лекций по биотехнологиям Coursera, edX (<https://coursera.org>, <https://edx.org>)

19. Российская биотехнологическая ассоциация (<https://biotech-russia.ru>)

20. Национальный центр биотехнологической информации (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov>)

21. Сайт Европейской федерации биотехнологий (<https://www.efbiotechnology.org>)

22. <http://www.rsl.ru> РГБ Российская государственная библиотека

23. <http://ben.irex.ru> БЕН Библиотека естественных наук

24. <http://www.gpntb.ru> Государственная публичная научно-техническая библиотека

25. <http://ban.ru> БАН Библиотека Академии наук

26. <http://www.nlr.ru> РНБ Российская национальная библиотека

27. <http://www.lib.msu.ru> Библиотека МГУ

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

- Аудитория для проведения занятий лекционного типа. Аудитория оборудована: специализированной (учебной) мебелью на 12 посадочных мест; оборудована техническими средствами обучения: Проектор Epson EB-X03, Экран ScreenMedia, Доска аудиторная.
- Аудитория для проведения занятий практического типа. Аудитория оборудована: специализированной (учебной) мебелью на 12 посадочных мест; оборудована техническими

средствами обучения: Проектор Epson EB-X03, Экран ScreenMedia, Доска аудиторная меловая, магнитная, Лаборатория орган химии - Шкаф вытяжной АФ-221"- 2 шт., Химический шкаф (стеллаж) -1 шт., Лабораторный стол с выкатными тумбами – 5 шт., Холодильник «Минск» - 2шт., Аппарат для вертикального электрофореза – 1 шт., Вакуумный испаритель РВО-64 – 1 шт., Вольтметр ВУ-15 – 1 шт., Дезинтегратор УД-20 – 1 шт., Измеритель ионных сопротивлений (импеданса) - 1 шт., Источник питания для электрофореза "Эльф" – 1 шт., Осциллограф универсальный двухлучевой С-55 – 1 шт., Термостат ТС-80 – 1 шт., Центрифуга К-24 – 1 шт., Центрифуга МПВ-310 – 1 шт., служащими для представления учебной информации по дисциплине «Синтетическая биология».

- Компьютерный класс (учебная аудитория) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, организации самостоятельной работы. Аудитория оборудована: специализированной (учебной) мебелью на 20 посадочных мест, доской меловой; оборудована техническими средствами обучения: Системный блок PentiumG850, Монитор BenQ G252HDA-1 шт.; Системный блокAthlon 2 X2 250, Монитор BenQ G252HDA – 8 шт.; Системный блок PentiumD 3.0GHz, Монитор Samsung 740N – 3 шт.; Моноблок IRU T2105P – 2 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQG955 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQ GL2250 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T200 HD – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T190N – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung 740N – 1 шт.; Проектор BenQ MX503; экран ScreenVtdiaEcot. с неограниченным доступом к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.
- Помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. Аудитория оборудована: специализированной мебелью на 8 посадочных мест; Вытяжной шкаф – 1шт., Ламинарный шкаф – 2 шт., Термостат ТС-80 – 2 шт., Лабораторный стол металлический – 3 шт., Лабораторный стол с резиновой поверхностью – 2 шт., Холодильник «Атлант» – 1шт. Микроскоп монокулярный – 8 шт, Микроскоп "Биолам"-1 шт., Стерилизатор паровой ВК-75 ПТ "ТЗМОИ" – 1шт., Пипетка автоматическая Ленпипет 0,5-10 м"-1 шт., Пипетка-дозатор"-1 шт., Микроскоп Levenhuk D870Т тринокуляр"-1 шт., Проектор Оверхед"-1 шт., Проектор View Sonic"-1 шт., Проектор View Sonic"-1 шт., Ноутбук Lenovo"-2 шт., Принтер Brother -1 шт., Принтер Canon -1 шт.
- Лаборатория биохимии и биотехнологии
Хроматограф жидкостный микроколоночный "Милихром-6"; Нанофотометр Pearl - 1шт; Ферментер Minifors Spesco бактериальный-1шт; служащими для представления учебной информации по дисциплине «Синтетическая биология».

6.2. Программное обеспечение:

DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal (Windows 10 Education 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Windows 7 Professional with Service Pack 1 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Windows Server 2008 Enterprise and Standard without Hyper-V with SP2 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Access 2016 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Access 2010 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine). Договор №03-016-14 от 30.10.2014г.

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 250-499. Форум Контракт №04-114-16 от 14ноября 2016г KES. Счет №РСЦЗ-000147 и АКТ от 23ноября 2016г Лиц. №1В08161103014721370444.

Microsoft Office Enterprise 2007 Russian Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 43364238.

Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 41059241.

6.3. Технические и электронные средства:

- Презентации по темам курса;
- Система электронного тестирования на базе образовательного портала Educa

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для освоения дисциплины «Синтетическая биология» применяются следующие образовательные технологии:

- *Информационная лекция* - это сжатое изложение основных научных фактов, что является базой для анализа рассуждений, оценок.
- *Лекция-визуализация*. Учит студентов преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения. Задача преподавателя использовать такие формы наглядности, которые не только дополняют словесную информацию, но и сами являются носителями информации (схемы, рисунки, слайды-презентации, и т.п.). Этот вид лекции лучше всего использовать на этапе введения студентов в новый раздел, тему дисциплины.
- *Проблемная лекция*. В отличие от содержания информационной лекции, которое предлагается преподавателем в виде известного, подлежащего лишь запоминанию материала, на проблемной лекции новое знание вводится как неизвестное для обучающихся. Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. Лекция строится таким образом, что познания обучающегося приближаются к поисковой, исследовательской деятельности. Здесь участвуют мышление обучающегося и его личностное отношение к усваиваемому материалу.
- *Лекция-беседа*. Предполагает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Преимущество лекции-беседы состоит в том, что она позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала с учетом особенностей студентов.
- *Практические занятия* – это занятие, проводимое под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленное на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы, которое формирует практические умения. Одной из форм практических занятий в вузе является семинар.
- *Семинар-исследование*. Технология проведения такого семинара может быть различной, в зависимости от того, какой метод заложен в его основу. В рамках дисциплины «Синтетическая биология» проводится семинар с подготовкой и заслушиванием докладов –презентаций по актуальным проблемам теории и практики и последующим их обсуждением.
- *Самостоятельная работа студентов* (см. п.4.4).
- *Дистанционные образовательные технологии*. Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей. При освоении дисциплины «Молекулярная филогенетика» используется компьютерные сетевые технологии (интернет-технологии) – способ дистанционной передачи информации, основанный на использовании глобальных и локальных компьютерных сетей для обеспечения доступа обучающихся к информационным образовательным ресурсам и для формирования совокупности методических, организационных, технических и программных средств реализации и управления

учебным процессом независимо от места нахождения его субъектов. Для организации дистанционного обучения на основе этих технологий используется специализированное программное средство - образовательный портал ИГУ (educa.isu.ru).

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Оценочные материалы текущего контроля

Оценочные материалы текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА университета. В рамках дисциплины «Синтетическая биология» используются следующие формы текущего контроля:

- устный опрос;
- защита докладов;
- контроль самостоятельной работы.

Фонд оценочных средств включает:

- контрольные вопросы;
- тесты, задачи
- перечень тем докладов;
- перечень вопросов к зачету

Назначение оценочных средств: выявить сформированность компетенции ПК-1 (см. п. III). Студенты, не выполнившие задания текущего контроля или получившие за них оценку «не удовлетворительно», до промежуточной аттестации не допускаются, пока не будут ликвидированы все задолженности.

Вопросы для проведения входного контроля

1. Что такое центральная догма молекулярной биологии?
2. Какие основные биомолекулы участвуют в жизнедеятельности клетки?
3. Чем отличаются прокариотические и эукариотические клетки?
4. Что такое плазмиды и как они используются в генной инженерии?
5. Какие ферменты используются для разрезания и сшивания ДНК?
6. Что такое кодон и как он связан с процессом трансляции?
7. В чем различие между экзонами и интронами?
8. Какие типы РНК существуют и какие функции они выполняют?
9. Что такое точковые мутации и как они могут повлиять на белок?
10. В чем отличие хромосомных и генных мутаций?
11. Каковы основные механизмы регуляции экспрессии генов у прокариот и эукариот?
12. Что такое эпигенетика и как эпигенетические изменения могут передаваться по наследству?
13. Методы и технологии генной инженерии

14. Каковы принципы работы секвенирования ДНК?
15. Какие риски связаны с использованием вирусных векторов в генной терапии?

Вопросы для проведения текущего контроля

1. Что такое синтетическая биология и каковы её основные цели
2. Какие ключевые достижения были достигнуты в данной области?
3. Какие методы генной инженерии используются в синтетической биологии?
4. Каковы основные принципы проектирования синтетических биологических систем?
5. Какие биологические части и стандарты применяются в данной дисциплине?
6. Какое значение имеет биоинформатика в синтетической биологии?
7. Какие современные достижения в области редактирования генома наиболее значимы?
8. Какие основные вызовы и риски связаны с развитием синтетической биологии?
9. Какие перспективные направления синтетической биологии в биомедицине?
10. Каковы основные этические и правовые аспекты синтетической биологии?
11. Какова роль искусственного интеллекта в синтетической биологии?
12. Как проектируют новые метаболические пути?
13. Что такое CRISPR-Cas9 и как этот метод применяется в генетической инженерии?
14. Какой принцип лежит в основе технологии CRISPR-Cas9?
15. В чем различие между сайт-специфическим и случайным мутагенезом?

Перечень тем устных докладов-презентаций

1. История развития и основные этапы синтетической биологии.
2. Роль CRISPR-Cas в синтетической биологии: возможности и перспективы
3. Генетическое редактирование в синтетической биологии: технологии и этические проблемы
4. Создание искусственных метаболических путей: принципы и применение в биотехнологии
5. Роль синтетической биологии в производстве биотоплива
6. Использование синтетических биосенсоров для диагностики заболеваний
7. Проектирование и конструирование биологических систем: от теории к практике
8. Биобриксы (BioBricks): стандартизированные строительные блоки для синтетической биологии
9. Синтетическая биология и фармацевтика: возможности для создания новых лекарств
10. Этические и правовые проблемы использования синтетической биологии
11. Гибридизация синтетической биологии и нанотехнологий: новые горизонты
12. Применение синтетической биологии в сельском хозяйстве: создание устойчивых культур

13. Экологические аспекты синтетической биологии: биоремедиация и устойчивое развитие
14. Синтетическая биология и молекулярная медицина: новые подходы к лечению заболеваний
15. Синтетическая биология и биоэкономика: создание инновационных биотехнологических продуктов
16. Синтетическая биология и искусственные клетки: создание "живых машин"
17. Методы сборки ДНК в синтетической биологии: от генно-инженерных методов до новейших технологий
18. Синтетическая биология в производстве биопродуктов: рекомбинантные белки, вакцины и ферменты
19. Синтетическая биология в биомедицинских исследованиях: новые методы диагностики и терапии
20. Перспективы синтетической биологии в решении глобальных экологических проблем

Тесты для текущей аттестации

I. Тест с одним правильным ответом

(Выберите один верный вариант ответа)

1. **Возникновение геномики как научной дисциплины стало возможным после:**
 - установления структуры ДНК;
 - создания концепции гена;
 - дифференциации регуляторных и структурных участков гена;
 - + полного секвенирования генома у ряда организмов
2. **Объединение геномов клеток разных видов и родов возможно при соматической гибридизации**
 - только в природных условиях;
 - + только в искусственных условиях;
 - в природных и искусственных условиях.
3. **Разработанная технология получения рекомбинантного эритропоэтина основана на экспрессии**
 - в клетках бактерии;
 - в клетках дрожжей;
 - в клетках растений;
 - + в культуре животных клеток.
4. **Моноклональные антитела получают в производстве:**
 - при фракционировании антител организмов;
 - фракционированием лимфоцитов;
 - + с помощью гибридов;
 - химическим синтезом.
 - принципиальных различий нет.
5. **Причина невозможности непосредственной экспрессии гена человека в клетке прокариот:**
 - высокая концентрация нуклеаз;

- невозможность репликации плазмид;
 - отсутствие транскрипции;
 - + невозможность сплайсинга.
- 6. «Ген-маркер» необходим:**
- для включения вектора в клетки хозяина;
 - + для отбора колоний, образуемых клетками, в которые проник вектор;
 - для включения «рабочего гена» в вектор;
 - для повышения стабильности вектора.
- 7. Успехи в области создания рекомбинантных белков больше, чем в создании рекомбинантных антибиотиков. Это объясняется:**
- более простой структурой белков;
 - трудностью подбора меток хозяев для биосинтеза антибиотиков;
 - + большим количеством структурных генов, включенных в биосинтез антибиотиков;
 - проблемами безопасности производственного процесса.
- 8. Фермент лигаза используется, так как:**
- скрепляет вектор с оболочкой клетки хозяина;
 - катализирует включение вектора в хромосому клеток хозяина;
 - + катализирует ковалентное связывание углеводно-фосфорной цепи ДНК гена с ДНК вектора;
 - катализирует замыкание пептидных мостиков в пептидогликане клеточной стенки.
- 9. Биотехнологу «ген-маркер» необходим:**
- для повышения активности рекомбинанта;
 - для образования компетентных клеток хозяина;
 - для модификации места взаимодействия рестриктаз с субстратом;
 - + для отбора рекомбинантов.
- 10. Ослабление ограничений на использование в промышленности микроорганизмов-рекомбинантов, продуцирующих гормоны человека стало возможным благодаря:**
- совершенствованию методов изоляции генно-инженерных рекомбинантов от окружающей среды;
 - повышению квалификации персонала, работающего с рекомбинантами;
 - установленной экспериментально слабой жизнеспособности рекомбинанта;
 - + экспериментальному подтверждению обязательной, потерн чужеродных генов.
- 11. Цель секвенирования генома – установление:**
- размеров генома
 - + последовательности нуклеотидов
 - содержания А-Т
 - соотношения А-Т/ГЦ пар нуклеотидов
 - изменения метаболизма
- 12. Что является основной целью синтетической биологии?**
- a) Изучение структуры ДНК
 - b) Изменение среды обитания организмов
 - + c) Проектирование и создание новых биологических систем
 - d) Выращивание клеточных культур
- 13. Какой из методов наиболее часто используется для редактирования генома в синтетической биологии?**
- a) Полимеразная цепная реакция (ПЦР)
 - + b) CRISPR-Cas
 - c) Гель-электрофорез
 - d) Иммуноферментный анализ

14. Что такое BioBricks в синтетической биологии?

- +a) Набор искусственно созданных биологических компонентов
- b) Программа для анализа белков
- c) Метод клонирования ДНК
- d) Инструмент для секвенирования генома

15. Какая модельная система чаще всего используется в качестве шасси в синтетической биологии?

- a) Человеческие клетки
- b) Дрожжи *Saccharomyces cerevisiae*
- +c) Бактерии *Escherichia coli*
- d) Вирусы

16. Какой метод используется для сборки длинных фрагментов ДНК?

- +a) Gibson Assembly
- b) ПЦР
- c) Гель-электрофорез
- d) Капиллярное секвенирование

17. Какой из следующих методов редактирования генома является наиболее точным?

- +a) CRISPR-Cas
- b) Рекомбинантные ДНК-технологии
- в) Трансформация плазмид
- г) Электропорация

18. Что из перечисленного является основным элементом синтетической биологии?

- a) Изучение природных экосистем
- +б) Разработка искусственных генетических конструкций
- в) Клонирование животных
- г) Выращивание культур клеток

19. Какое применение синтетической биологии наиболее перспективно в медицине?

- a) Улучшение характеристик сельскохозяйственных культур
- b) Создание биоразлагаемых пластиков
- +в) Разработка генной терапии
- г) Производство биотоплива

20. Какой из подходов используется для проектирования биологических систем?

- +a) Инженерный
- б) Пробный
- в) Случайный
- г) Исключительно эмпирический

21. Какой из факторов наиболее важен при создании синтетических организмов?

- a) Экономическая выгода
- б) Скорость развития проекта
- +в) Биобезопасность
- г) Коммерческая доступность технологий

22. Какая структура ДНК играет ключевую роль в экспрессии генов?

- +a) Промотор
- б) Интрон
- в) Экзон
- г) Теломера

23. Как называется стандарт, применяемый в синтетической биологии для модульного проектирования генов?

- +a) BioBricks
- б) PlasmidParts
- в) GeneBlocks
- г) DNAKits

24. Какая технология позволяет создавать искусственные клетки?

- +а) Синтетическая мембранная инженерия
- б) Трансдукция
- в) Электрофорез
- г) Гелевая хроматография

25. Какой организм наиболее часто используется в синтетической биологии?

- +а) *Escherichia coli*
- б) *Homo sapiens*
- в) *Mus musculus*
- г) *Arabidopsis thaliana*

II. Тест с несколькими правильными ответами

(Выберите все правильные ответы)

1. Какие области применяют синтетическую биологию?
 - + - Фармацевтика
 - + - Производство биотоплива
 - + - Молекулярная диагностика
 - Косметическая хирургия
2. Какие из перечисленных методов относятся к генной инженерии?
 - + - CRISPR-Cas
 - + - ДНК-шаффлинг
 - Иммуногистохимия
 - Золь-гель технология
3. Какие организмы могут использоваться в качестве биологического шасси?
 - + - Бактерии
 - + - Грибы
 - + - Человеческие клетки
 - Неорганические соединения

III. Установите соответствие

1. Соотнесите метод с его описанием:

- + - CRISPR-Cas → (А) Внесение целевых изменений в ДНК с помощью направленных РНК
- + - Gibson Assembly → (В) Сборка фрагментов ДНК без использования рестриктаз
- + - Фаговый дисплей → (С) Использование бактериофагов для поиска и отбора специфичных белков
- + - PCR (ПЦР) → (D) Метод амплификации фрагментов ДНК

2. Соотнесите область применения с примером:

- + - Биоэнергетика → (А) Производство биотоплива на основе микроводорослей
- + - Фармацевтика → (В) Создание искусственного инсулина
- + - Экология → (С) Разработка микроорганизмов для очистки нефтяных разливов

IV. Вопросы на соответствие «Верно / Неверно»

1. Синтетическая биология позволяет создавать искусственные организмы, не существующие в природе. (+Верно / Неверно)
2. CRISPR-Cas применяется только в медицине и не используется в сельском хозяйстве. (Верно / +Неверно)
3. Одним из направлений синтетической биологии является разработка искусственных метаболических путей. (+Верно / Неверно)
4. Синтетическая биология не может использоваться в диагностике заболеваний. (Верно / + Неверно)

ЗАДАЧИ

Задача 1: Применение CRISPR-Cas в синтетической биологии

Условие:

Как с помощью технологии CRISPR-Cas можно внести изменения в геном бактерии *Escherichia coli*? Объясните процесс редактирования и его цель.

Ответ:

Для редактирования генома бактерии *Escherichia coli* с помощью CRISPR-Cas необходимо использовать направленную РНК (sgRNA), которая будет комплементарна целевой ДНК бактерии. В комплексе с Cas9 белком эта РНК направляет Cas9 к месту в геноме, где он осуществляет разрыв двух цепей ДНК. Затем в процесс вмешивается механизм репарации, например, через механизм точечной замены (HDR) или с использованием случайных мутаций, что позволяет внести необходимые изменения, такие как генные вставки или замены.

Целью данного редактирования может быть создание мутантной формы бактерии с улучшенными характеристиками, например, для повышения устойчивости к антибиотикам или улучшения продуктивности в биотехнологических процессах.

Задача 2: Преимущества и недостатки использования BioBricks

Условие:

Какие основные преимущества и недостатки использования BioBricks в синтетической биологии?

Ответ:

Преимущества:

1. **Модульность:** BioBricks — это стандартизированные биологические компоненты, которые можно комбинировать для создания различных генетических конструкций.
2. **Совместимость:** Легко используются в разных организмах и биосистемах благодаря стандартизированным частям ДНК.
3. **Упрощение процесса разработки:** Позволяют быстрее проектировать и собирать новые биологические системы.

Недостатки:

1. **Ограниченность стандартных компонентов:** Для сложных биологических конструкций, требующих взаимодействия множества факторов, возможности стандартных BioBricks могут быть недостаточными.

2. **Не всегда универсальность:** Некоторые компоненты могут не работать эффективно в разных клеточных системах.
3. **Этические и правовые риски:** Использование синтетических частей ДНК вызывает вопросы безопасности и этичности.

Задача 3: Сборка искусственных метаболических путей

Условие:

Объясните, как можно создать искусственный метаболический путь в микроорганизме и для чего это может быть полезно.

Ответ:

Для создания искусственного метаболического пути в микроорганизме, например в *Escherichia coli*, синтетические биологи используют методы, такие как клонирование и сборка нескольких генов, отвечающих за превращение исходных веществ в целевые продукты. Эти гены можно взять из разных организмов и собрать в одном микроорганизме.

Метаболический путь можно оптимизировать с помощью направленной эволюции или рационального дизайна, чтобы улучшить его продуктивность. Например, создание пути для синтеза биотоплива из сахаров или для производства фармацевтических препаратов.

Польза такого подхода заключается в улучшении производительности микроорганизмов, создании устойчивых штаммов для биотехнологии, а также в решении экологических задач, например, через разработку бактерий для биоремедиации.

Задача 4: Принципы работы синтетических биосенсоров

Условие:

Объясните, как работают синтетические биосенсоры и приведите пример их применения.

Ответ:

Синтетические биосенсоры — это устройства, которые используют живые клетки для детекции химических веществ или биологических агентов. Обычно они содержат искусственно введенные генетические элементы, которые реагируют на определенные молекулы. При этом клетка активирует или изменяет свой метаболизм, что можно зарегистрировать с помощью различных методов (например, с использованием флуоресценции или изменения цвета).

Пример: биосенсор для детекции тяжелых металлов в воде. В клетке может быть встроен ген, который активируется в присутствии определенного металла, приводя к изменению окраски культуры клеток или увеличению активности фермента. Это позволяет выявлять загрязнение воды на ранних стадиях.

Задача 5: Этические вопросы в синтетической биологии

Условие:

Какие этические проблемы могут возникнуть в процессе использования синтетической биологии для создания искусственных организмов?

Ответ:

1. **Опасность экологического загрязнения:** Выпуск искусственных организмов в природные экосистемы может повлиять на существующие экосистемы и привести к непредсказуемым последствиям, таким как перекрестное загрязнение или угроза местным видам.
2. **Использование синтетических организмов в медицине:** Разработка искусственных организмов для лечения заболеваний может повлечь за собой вопросы безопасности, такие как непредсказуемое поведение генетически модифицированных организмов в человеческом организме.

3. **Генетическое редактирование:** Использование технологий для редактирования человеческого генома вызывает вопросы касательно этичности изменений, которые могут быть унаследованы будущими поколениями.
4. **Патентование и доступность технологий:** Проблемы с доступом к новым технологиям могут привести к социальному неравенству или незаконному использованию биологических патентов.

Задача 6: Методы создания рекомбинантных белков

Условие:

Какие методы используются для создания рекомбинантных белков и почему они важны?

Ответ:

Для создания рекомбинантных белков чаще всего используют методы клонирования и экспрессии в клетках-хозяевах, таких как *Escherichia coli*, дрожжи, или китайские клетки овцы (СНО). Это включает следующие этапы:

1. Клонирование гена белка в вектор ДНК.
2. Экспрессия гена в клетке-хозяине.
3. Очистка белка с помощью методов, таких как аффинная хроматография или гель-фильтрация.

Такие белки могут быть использованы для производства лекарств, ферментов, вакцин и других биотехнологических продуктов. Важность этих методов заключается в том, что они позволяют получать белки в больших количествах для дальнейшего использования в медицине, фармацевтике и промышленности.

Оценочные материалы для промежуточной аттестации

Форма промежуточной аттестации - **зачет**. Зачет проводится в форме устного собеседования

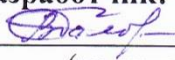
К зачету допускаются студенты, выполнившие в полном объеме аудиторную нагрузку, самостоятельную работу, успешно сдавшие все предусмотренные формы текущего контроля. Студенты, имеющие задолженность по текущему контролю, должны выполнить все обязательные виды деятельности по учебному плану.

Примерный перечень вопросов к зачету

1. Основные направления и цели синтетической биологии
2. Развитие технологий редактирования генома и их применение
3. Дизайн и конструирование синтетических биологических систем
4. Методы оптимизации метаболических путей
5. Современные достижения в области биосенсоров
6. Принципы работы CRISPR-Cas и его применение в редактировании генома
7. Методы сборки синтетических ДНК (Gibson Assembly, Golden Gate и др.)
8. Что такое BioBricks и как они используются в биологическом конструировании
9. Принципы работы автоматизированных платформ для проектирования ДНК (BioCAD)
10. Принципы рационального дизайна и направленной эволюции
11. Основы создания искусственных метаболических путей
12. Методы программирования клеточных систем
13. Какие системы экспрессии используются в синтетической биологии
14. Методы оптимизации экспрессии белков

15. Принципы очистки белков, включая тегированную очистку
16. Значение посттрансляционных модификаций белков
17. Роль синтетической биологии в медицине, сельском хозяйстве и промышленности
18. Примеры создания искусственных организмов и их функций
19. Разработки в области биотоплива, лекарств и искусственных клеток
20. Экологические и энергетические перспективы синтетической биологии
21. Основные биориски и этические вопросы в синтетической биологии
22. Международные законы и правила, регулирующие генные модификации
23. Возможные последствия использования синтетических организмов
24. Основные этапы создания рекомбинантного объекта.
25. Использование рекомбинантных биообъектов в производстве лекарственных препаратов.
26. Правовые аспекты применения синтетической биологии
27. Биотопливо и перспективы его производства с помощью синтетической биологии
28. Роль искусственного интеллекта в разработке биологических систем
29. Разработка и использование искусственных клеток
30. Прогнозы и перспективы развития синтетической биологии

Разработчик:

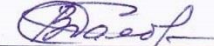

(подпись)

профессор

В.П. Саловарова

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика.»

Программа рассмотрена на заседании кафедры физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики 19.03.2025 г. протокол № 12.

Зав. кафедрой, д.б.н., профессор В.П. Саловарова 

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы