



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Кафедра физико-химической биологии, биоинженерии и биоинформатики



Рабочая программа дисциплины

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

Специальность: 06.05.01 «Биоинженерия и биоинформатика»

Специализация: «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 № 4 от 20.05.2024
Председатель А. Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой физико-химической
биологии, биоинженерии и биоинформатики
Протокол № 15 от 17.04.2024
Зав. кафедрой В.П. Саловарова

Иркутск 2024 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)	12
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	12
а) перечень литературы	12
б) периодические издания	14
в) список авторских методических разработок	15
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы	15
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины	16
6.1. Учебно-лабораторное оборудование	16
6.2. Программное обеспечение	17
6.3. Технические и электронные средства обучения	17
VII. Образовательные технологии	18
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	18

I. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель: формирование знаний в области создания и разработки новых биологических систем, процессов и устройств с заданными свойствами для решения различных задач в области медицины, фармацевтики, сельского хозяйства, экологии, промышленности и других отраслях.

Задачи:

- Ознакомить студентов с основами синтетической биологии как актуальной и востребованной междисциплинарной науки;
- рассмотреть основные принципы синтетической биологии для создания биологических конструкций для решения 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, 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	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: типы биологических объектов, особенности их функционирования, принципы генной инженерии, биоинформатики, их интеграцию, а также фундаментальные и прикладные аспекты современных методов исследования биологических систем, оценку потенциальных рисков и последствий использования синтетической биологии. Уметь: выбирать методологический подход к созданию и сборке биомакромолекул, организмов,

<p>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</p>		<p>анализировать и интерпретировать данные секвенирования, экспрессии и функционирования биосистем с использованием биоинформационических платформ;</p> <p>Владеть: научной терминологией и понятийным аппаратом синтетической биологии, методами работы с биологическими объектами, сборки и верификации ДНК-конструкций, обработки массивов данных о биологических объектах и моделирования биосистем.</p>
	<p>ИДК пк-1.2 Умеет использовать фундаментальные знания и современные методологические подходы для перспективных направлений научных исследований, построения информационных моделей и практических разработок в сфере профессиональной деятельности.</p>	<p>Знать: теоретические основы проектирования биологических систем, включая модульность, стандартизацию, иерархическое конструирование, проблемы биобезопасности, биоэтики и ответственного применения искусственных организмов;</p> <p>Уметь: формулировать перспективные научные гипотезы и задачи в области синтетической биологии с учетом теоретических знаний и современных методических подходов; оценивать риски и последствия внедрения искусственных биосистем, включая влияние на окружающую среду;.</p> <p>Владеть: Применением лабораторных техник, включая культивирование клеток и работу с биоинформационическими инструментами</p>
	<p>ИДК пк-1.3 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</p>	<p>Знать: Современные методологии редактирования геномов и генных конструкций, принципы метаболической инженерии, дизайна биосинтетических путей и микробных консорциумов, роль биоинформатики в дизайне, проверке и моделировании биологических цепей;</p> <p>Уметь: работать с различными базами данных, используя их для поиска, адаптации и оценки биочастей, а также моделировать поведение синтетических систем;</p> <p>Владеть: умением интерпретировать экспериментальные результаты, вносить изменения в дизайн, оценивать эффективность систем, а также иметь навыки представления результатов и формате научной презентации, постера или публикации.</p>

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	Семestr	Всего часов	Из них практическая подготовка	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)			Самостоятельная работа	Форма текущего контроля успеваемост и/ Форма промежуточ ной аттестации (по семестрам)
					Лекци я	Семинар/ Практич еское, лаборато рное занятие/	Консульт ация		
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, тестирование
2	Тема 2. Дизайн и сборка генетических конструкций	9	12		4	4		4	Устный опрос, доклад- презентация, тестирование

3	Тема 3. CRISPR и генные драйверы в синтетической биологии	9	10		2	4		4	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование
4	Тема 4. Синтетические и искусственные клетки: от протоклеток к биотехнологическим приложениям	9	8		2	2		4	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование
5	Тема 5. Современные подходы в создании микробных фабрик и экосистем	9	8		2	2		4	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование
6	Тема 6. Биобезопасность, этические и правовые аспекты синтетической биологии	9	10		4	2		4	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование
7	Тема 7. Синтетическая биология — новая страница в истории развития биотехнологий: современные направления её развития	9	8		2	2		4	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование

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, тестирование	раздел 5

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
9	Тема 2. Дизайн и сборка генетических конструкций	Изучение лекционного материала рекомендуемой литературы, интернет-источников, подготовка к практическому занятию.	3-6	4	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование	раздел 5
9	Тема 3. CRISPR и генные драйверы в синтетической биологии	Изучение лекционного материала рекомендуемой литературы, интернет-источников, подготовка к практическому занятию.	7-8	4	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование	раздел 5
9	Тема 4. Синтетические и искусственные клетки: от протоклеток к биотехнологическим приложениям	Изучение лекционного материала рекомендуемой литературы, интернет-источников, подготовка к практическому занятию.	9-11	4	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование	раздел 5
9	Тема 5. Современные подходы в создании микробных фабрик и экосистем	Изучение лекционного материала рекомендуемой литературы, интернет-источников, подготовка к практическому занятию.	12-13	4	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование	раздел 5
	Тема 6. Биобезопасность, этические и правовые аспекты синтетической биологии	Изучение лекционного материала рекомендуемой литературы, интернет-источников, подготовка к практическому занятию.	14-16	4	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование	раздел 5
9	Тема 7. Синтетическая биология — новая страница в истории развития биотехнологий: современные направления её развития	Изучение лекционного материала рекомендуемой литературы, интернет-источников, подготовка к практическому занятию	17-18	4	Устный опрос, доклад-презентация, тестирование	раздел 5
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

Синтетическая биология — новая страница в истории развития биотехнологий. 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 принципы синтетической биологии. Современные направления: биокомпьютеры, биоматериалы, астробиология.

Тема 2. Дизайн и сборка генетических конструкций

Основные элементы генетических конструкций. Принципы дизайна генетических конструкций: модульность, стандартизация, обратная связь. Генетические схемы и логика. Проектирование генетических схем: репрессоры, активаторы, логика. Стандарты BioBricks, RFC, регистры биочастей. Методы сборки ДНК: Golden Gate Assembly: использует рестриктазы, позволяет собрать много фрагментов в одном реакторе; Gibson Assembly: бесшовный метод, подходит для длинных фрагментов; быстрое проектирование и сборка новых генетических цепей. Платформы и инструменты проектирования. 1. Онлайн-инструменты: Benchling — дизайн, аннотирование, сборка, документация; SnapGene — локальный редактор ДНК-последовательностей; Genome Compiler, Geneious, ApE — альтернативные платформы. 2. Автоматизированный дизайн: Cello — автоматическое проектирование логических схем на основе промоутеров и репрессоров; TinkerCell — визуальное моделирование и сборка конструкций.

Тема 3. CRISPR и генные драйверы в синтетической биологии

CRISPR-Cas-системы: основы и механизмы. Применение CRISPR в синтетической биологии

Редактирование промоутеров, кодирующих последовательностей — оптимизация метаболических путей. Конструирование логических цепей — Cas9 как репрессор/активатор. Тест-системы на основе Cas13/Cas12 (SHERLOCK, DETECTR) — сверхчувствительная диагностика вирусов, включая SARS-CoV-2. CRISPRi/CRISPRa — подавление или активация генов без разрезания ДНК.

Генные драйверы (Gene drives). Создание CRISPR-based gene drives. Применение. Этические и экологические вызовы.

Тема 4. Синтетические и искусственные клетки: от протоклеток к биотехнологическим приложениям

Искусственные клетки. Цели создания искусственных клеток. Компоненты искусственной клетки: Оболочка: липосома, полимерная капсула или белковая оболочка; Генетическая система: минимальный геном, РНК, плазмиды; Биохимическое "наполнение": ферменты, рибосомы, метаболические каскады; Источник энергии: АТФ, протонный градиент, фотосинтезирующие элементы. Применение синтетических клеток.

Понимание минимально необходимых компонентов жизни. Разработка биореакторов/биофабрик. Создание систем с контролируемыми свойствами.

Липосомы: модельные оболочки искусственных клеток. Свойства и функции. Методы получения: Применение липосом: модельные клетки для изучения процессов мембранныго транспорта, синтеза белка и др. Системы доставки лекарств (в медицине, онкологии, генотерапии). Создание протоклеток — систем, способных к обмену веществ и элементарному воспроизведению

Минимальные геномы: создание "простых" живых организмов. Этапы создания организма с минимальным геномом. Значение минимальных геномов.

Актуальные направления исследований. Конструирование протоклеток, способных к саморепликации. Разработка автономных микрореакторов для биосинтеза. Создание искусственных организмов с предсказуемым поведением. Этические и философские вопросы.

Тема 5. Современные подходы в создании микробных фабрик и экосистем

Метаболическая инженерия, цели метаболической инженерии. Основные этапы метаболической инженерии. Инструменты метаболической инженерии. Моделирование метаболических сетей: использование *in silico* моделей (например, Flux Balance Analysis). Производство артемизинина (противомалярийного препарата) в дрожжах (*Amyris*). Получение инсулина в рекомбинантной *E. Coli*. Биосинтез лактата, янтарной кислоты и других органических кислот. Промышленное производство ПГК (РНВ) как биоразлагаемого пластика

Микробные консорциумы и синтетическая экология. Микробные консорциумы и их преимущества. Специализация и разделение функций между организмами. Распределение метаболической нагрузки между штаммами. Синтетическая экология - раздел науки, создающий или регулирующий искусственные микробные сообщества для решения прикладных задач.

Синтетические микроорганизмы для биоремедиации. Примеры применения микробных консорциумов. Проектирование синтетических консорциумов. Моделирование метаболических и экологических взаимодействий. Использование генетических конструкций для контроля популяционной динамики (например, kill-switch, quorum sensing). Биореакторные технологии для масштабирования.

Тема 6. Биобезопасность, этические и правовые аспекты синтетической биологии

Биобезопасность и биоугроза. Разработка стандартов работы с синтетическими организмами. Защита окружающей среды и человека при испытаниях. Контроль за утечкой модифицированных организмов из лабораторий. Риск биотерроризма: возможность создания патогенов с высокой вирулентностью. Технологии с двойным назначением. Примеры биобезопасных решений. Kill-switches — генетические "выключатели", ликвидирующие организм вне заданной среды. Генная зависимость от синтетических веществ (организм не выживет в природе). Закрытые биоконтейнеры и строгий протокол отбора отходов.

Основные этические вопросы. Границы вмешательства в природу. Этические аспекты патентования искусственного организма. Необходимость общественных обсуждений и информирования населения. Открытые базы данных о создаваемых синтетических системах.

Правовые аспекты. Патентование живых организмов и ДНК-последовательностей. Ответственность за непреднамеренный выпуск организмов. Ключевые международные документы и организации.

Социальные аспекты. Риски социальной несправедливости: преимущество стран с высокой биотехнологической мощностью, возможное усиление глобального неравенства. Общественное мнение и научная ответственность.

Тема 7. Синтетическая биология — новая страница в истории развития биотехнологий: современные направления её развития

Синтетическая биология в медицине: CAR-T, вакцины, диагностика. Другие применения синтетической биологии в медицине: терапевтические пробиотики, биоинженерные имплантанты, иммуномодулирующие платформы — управление активностью иммунной системы; адресная доставка лекарств и генно-терапевтических агентов; биосенсоры на основе синтетических генетических цепей.

Экологические и биоремедиационные технологии. Биосорбенты и генно-модифицированные фильтры. Биотопливо и устойчивые источники энергии. Агробиотехнологии и устойчивое сельское хозяйство. Генетические программы для синхронизации цветения, увеличения урожайности. Метаболическая инженерия бактерий и дрожжей для биосинтеза химикатов.

Информационные технологии и синтетическая биология. Биокомпьютеры. Логические схемы на основе ДНК, РНК и белков. Использование молекул ДНК как сверхкомпактного носителя данных. Биосенсоры и умные системы для мониторинга здоровья, состояния окружающей среды и токсинов. Биороботы и биогибридные системы.

Астробиология и космические миссии. Синтез биосистем, способных выживать и функционировать на других планетах. Разработка автономных биологических систем для космоса. Биодетекторы и сенсоры на борту космических аппаратов. Использование микробов для производства еды, топлива и строительных материалов на других планетах. Микроорганизмы и растения, синтезирующие кислород и перерабатывающие отходы в замкнутых экосистемах.

Использование искусственного интеллекта в синтетической биологии.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/н	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоемкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы)
			Всего часов	Из них практ ическ ая подго това		
1	2	3	4	5	6	7
1	Тема 1	Тема 1. Введение в синтетическую биологию	2		Устный опрос, доклад-презентация, тестирование	ПК-1 ИДК ПК 1.1
2	Тема 2	Тема 2. Дизайн и сборка генетических конструкций	4		Устный опрос, доклад-презентация, тестирование	ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3
3	Тема 3	Тема 3. CRISPR и генные драйверы в синтетической биологии	4		Устный опрос, доклад-презентация, тестирование	ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3
4	Тема 4	Тема 4. Синтетические и искусственные клетки: от протоклеток к биотехнологическим приложениям	2		Устный опрос, доклад-презентация, тестирование	ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3
5	Тема 5	Тема 5. Современные подходы в создании микробных фабрик и экосистем	2		Устный опрос, доклад-презентация, тестирование	ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3
6	Тема 6	Тема 6. Биобезопасность, этические и правовые аспекты синтетической биологии	2		Устный опрос, доклад-презентация, тестирование	ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3
7	Тема 7	Тема 7. Синтетическая биология — новая страница в истории развития биотехнологий:	2		Устный опрос, доклад-презентация, тестирование	ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3

		современные направления её развития				
--	--	--	--	--	--	--

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 к устному опросу 2.. Подготовка докладов по теме 3.Подготовка к тестированию	ПК-1	ПК-1 ИДК ПК 1.1
2	Дизайн и сборка генетических конструкций	1. Подготовка к устному опросу 2.. Подготовка докладов по теме 3.Подготовка к тестированию	ПК-1	ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3
3	CRISPR и генные драйверы в синтетической биологии	1.Подготовка к устному опросу 2.. Подготовка докладов по теме 3.Подготовка к тестированию	ПК-1	ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3
4	Синтетические и искусственные клетки: от протоклеток к биотехнологическим приложениям	1.Подготовка к устному опросу 2.. Подготовка докладов по теме 3.Подготовка к тестированию	ПК-1	ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3
5	Современные подходы в создании микробных фабрик и экосистем	1. Подготовка к устному опросу 2.. Подготовка докладов по теме 3.Подготовка к тестированию	ПК-1	ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3
6	Биобезопасность, этические и правовые аспекты синтетической биологии	1.Подготовка к устному опросу 2.. Подготовка докладов по теме 3.Подготовка к тестированию	ПК-1	ПК-1 ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2 ИДК ПК 1.3
7	Синтетическая биология — новая страница в истории развития биотехнологий: современные направления её развития.	1.Подготовка к устному опросу 2.. Подготовка докладов по теме 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:

- Углубленный анализ научно-методической литературы и изучение учебного материала, предусмотренного рабочей программой;
- подготовка к устному опросу на практических занятиях;

- в) подготовка устных докладов с презентацией;
- г) работа с лекционным материалом и справочными источниками;
- д) подготовка к тестированию

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

Рекомендации по подготовке устного доклада

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.

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. Страйтесь 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.

4.5 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы не предусмотрены учебным планом.

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

а) перечень литературы

1. Чемерилова, В.И. Основы геномики и протеомики: технологии рекомбинантных ДНК первого поколения (генная инженерия) / В. И. Чемерилова. 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. Mysota - 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. Решетёва, 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-<https://www.biotechjournal.ru>;

Молекулярная биология- <https://molbiol.ru>;

Генная инженерия (Russian Journal of Genetic Engineering)-
https://elibrary.ru/title_about.asp?id=9260;

Прикладная биохимия и микробиология- <https://pbim.ru>;

Вестник РАМН / Вестник Российской академии медицинских наук- <https://vestnikramn.spr-journal.ru>;

Биомедицина-<https://biomedicine.ru>;

Вавиловский журнал генетики и селекции- <https://vavilov.elpub.ru>;

Биофизика- <https://biofizika.ru>;

Биобезопасность и биотехнология- https://elibrary.ru/title_about.asp?id=34931;

Научно-технические ведомости СПбПУ. Естественные и инженерные науки-
<https://vestnik.spbstu.ru>

Biotechnology and Bioengineering—<https://onlinelibrary.wiley.com/journal/10970290>

Nature Biotechnology —. -<https://www.nature.com/nbt/>

Metabolic Engineering—. - <https://www.journals.elsevier.com/metabolic-engineering>

Nature Communications —<https://www.nature.com/ncomms/>

Nature Chemical Biology—. - <https://www.nature.com/nchembio/>

Cell Systems— <https://www.cell.com/cell-systems/>

Current Opinion in Biotechnology— Обзорный журнал, охватывающий передовые исследования и направления.- <https://www.journals.elsevier.com/current-opinion-in-biotechnology>

BioDesign Research— Новый журнал от AAAS и KeAi по проектированию биосистем и инженерии живых организмов.- <https://www.sciencedirect.com/journal/biodesign-research>

Trends in Biotechnology — Обзоры и аналитика новейших трендов в синтетической биологии- <https://www.cell.com/trends/biotechnology/>

ACS Synthetic Biology—Публикует оригинальные исследования по проектированию, конструированию и применению биологических систем-.<https://pubs.acs.org/journal/asbcd6>

Synthetic Biology (Oxford Academic)—авторитетный журнал, акцент на стандартизацию, инженерные подходы и биодетали-<https://academic.oup.com/synbio>

Journal of Biological Engineering— Темы: генная инженерия, биосистемы, протоклетки, биоинженерия клеток.- <https://jbioleng.biomedcentral.com>

Frontiers in Bioengineering and Biotechnology – Synthetic Biology Section
— Раздел крупного открытого журнала, посвящён синтетическим и биоинженерным подходам.-<https://www.frontiersin.org/journals/bioengineering-and-biotechnology>

в) список авторских методических разработок

1. 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)
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).

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 общебиологической 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. <http://www.e-library.ru> -Научная Электронная Библиотека
8. <http://window.edu.ru>(<http://window.edu.ru> - Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»
9. <https://www.biblio-online.ru> -ЭБС «ЮРАЙТ».
10. <http://www.academia-moscow.ru> -ЭБ Издательского центра «Академия».
11. <http://tusearch.blogspot.com> - Поиск электронных книг, публикаций, законов, ГОСТов на сайтах научных электронных библиотек.
12. <https://scholar.google.com> -Google Scholar — поиск научной литературы, по ключевым словам.
13. <http://www.semanticscholar.org> - Semantic Scholar — ИИ-поисковик по научным статьям
14. <https://www.benchling.com>— облачная платформа для молекулярного дизайна, CRISPR и синтетической биологии--Benchling
15. <https://www.semanticscholar.org> - Semantic Scholar — ИИ-поисковик по научным статьям
16. <https://igem.org> -Международный ресурс по синтетической биологии
17. <https://coursera.org>, <https://edx.org> - Платформа открытых лекций по биотехнологиям Coursera, edX

19. <https://biotech-russia.ru> -Российская биотехнологическая ассоциация
20. <https://www.efbiotechnology.org> -Сайт Европейской федерации биотехнологий
21. <https://parts.igem.org> -iGEM Registry of Standard Biological Parts - Каталог биологических деталей, используемых в синтетической биологии
22. <https://www.addgene.org> - Addgene - Банк плазмид, используемых для генной и синтетической инженерии
23. <https://synbiohub.org> - SynBioHu – Платформа для обмена проектами в синтетической биологии (SBOL-формат)
24. <https://biobricks.org> - BioBricks Foundation - Стандартизированные биочасти и инструменты для проектирования систем
25. <https://www.uniprot.org> - UniProt - Информация о белках и их свойствах -
26. <https://sbolstandard.org> - SBOL (Synthetic Biology Open Language) - Стандарты описания биологических конструкций
27. <https://www.genome.jp/kegg> - KEGG Pathways - Биохимические пути, метаболизм, гены
28. <http://www.rsl.ru> -РГБ Российской государственная библиотека
29. <http://ben.irex.ru> - БЕН Библиотека естественных наук
30. <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека
31. <http://ban.pu.ru> - БАН Библиотека Академии наук
32. <http://www.nlr.ru> -РНБ Российской национальной библиотеки
33. <http://www.lib.msu.su> -Библиотека МГУ

Онлайн-курсы и обучающие платформы

1. <https://ocw.mit.edu> - MIT OpenCourseWare – Synthetic Biology- (вводный курс от MIT)
2. <https://igem.org> - iGEM.org - Международный конкурс по синтетической биологии — огромный источник проектов, протоколов и обучения-

V. АТЕРИАЛЬНО-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 блок Athlon 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 D870T трилокуляр"-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 Speco 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. Форус Контракт №04-114-16 от 14ноября 2016г KES. Счет №РСЦЗ-000147 и АКТ от 23ноября 2016г Лиц. №1B08161103014721370444.

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.

Office 365 профессиональный плюс для учащихся. Номер заказа: 36dde53d-7cdb-4cad-a87f-29b2a19c463e.

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 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 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

1. Оценочные материалы для входного контроля

Входного контроля для данной дисциплины не предусмотрено.

2. 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;
- доклад-презентация;
- тесты, задачи
- вопросы для текущего контроля;

Фонд оценочных средств включает:

- перечень тем докладов;
- вопросы для текущего контроля;
- тестовые задания
- ситуационные задачи

Назначение оценочных средств: выявить сформированность компетенций (см. п. III). Студенты, не выполнившие требования текущего контроля или получившие итоговую оценку текущей успеваемости «не удовлетворительно», считаются имеющими текущую задолженность. Обучающиеся, имеющие задолженности, должны ликвидировать их не позднее, чем за неделю до начала промежуточной аттестации.

2.1. Темы докладов

1. Основы синтетической биологии: отличие от генной инженерии
2. Методика создания синтетических генетических схем
3. Стандартизация биологических компонентов: роль BioBricks
4. Использование CRISPR/Cas9 в синтетической биологии
5. ДНК как программируемый носитель информации
6. Создание синтетических микроорганизмов для производства лекарств
7. Искусственные клетки: от теории к практике
8. Биосенсоры нового поколения на основе синтетических систем
9. Биотопливо из синтетически модифицированных организмов
10. Синтетические организмы в борьбе с загрязнением окружающей среды
11. Персонализированная медицина и синтетическая биология
12. Иммунотерапия рака с помощью синтетических Т-клеток
13. Синтетическая биология в разработке вакцин (например, против COVID-19)
14. Генетические цепи для контроля и терапии хронических заболеваний
15. Микробиом и синтетическая биология: возможности вмешательства
16. Этические проблемы создания искусственной жизни
17. Биобезопасность и биозащита в синтетической биологии
18. Генные драйверы и их последствия для экосистем

19. Будущее синтетической биологии: контроль или хаос?
20. Правовое регулирование синтетической биологии в разных странах
21. Использование синтетической биологии в космосе: жизнь на Марсе
22. Биологические компьютеры и логические цепи на основе ДНК
23. Возможности синтетической биологии в создании искусственного интеллекта
24. Синтетические организмы как основа биоинженерного строительства
25. Конструирование новых форм жизни: границы возможного и допустимого
26. «Будущее синтетической биологии»

2.2. Вопросы для текущего контроля

1. Что такое синтетическая биология?
2. Чем синтетическая биология отличается от генной инженерии?
3. Что такое BioBricks?
4. Какие основные принципы синтетической биологии?
5. Что такое генетический «тумблер» (toggle switch)?
6. Назовите два основных метода синтеза ДНК в синтетической биологии.
7. Для чего используется CRISPR-система в синтетической биологии?
8. Что такое минимальный геном?
9. Какие микроорганизмы чаще всего используются в качестве хостов для синтетических систем?
10. Что такое биосенсор?
11. Какие основные этапы проектирования биосенсора?
12. Что такое метаболическая инженерия?
13. Что такое микробные консорциумы?
14. Назовите основные компоненты синтетической цепи биосинтеза антибиотика.
15. Какие задачи решают искусственные клетки?
16. Что такое CAR-T терапия?
17. Какие этические вопросы возникают в синтетической биологии?
18. Что такое Bioinformatics и как она связана с синтетической биологией?
19. Что такое стандарты RFC в синтетической биологии?
20. Как работает метод Golden Gate Assembly?
21. Что такое биокомпьютеры?

22. Что такое липосомы и как они связаны с искусственными клетками?
23. Какая роль регуляторных элементов в генетических схемах?
24. Для чего используется TinkerCell?
25. Что такое генетический драйвер?
26. Что такое стандартизация в синтетической биологии и почему она важна?
27. Какие преимущества дают микробные консорциумы по сравнению с использованием одиночных штаммов?
28. В чем заключается принцип работы CRISPR-Cas систем и как они могут быть использованы для создания генных драйверов?.
29. Как биокомпьютеры могут изменить подход к решению вычислительных задач?
- 30.Какие существуют основные проблемы и вызовы при создании искусственных клеток?

2.3. Демонстрационные варианты тестов для текущего контроля

- 1.** Задание закрытого типа на установление соответствие: **Установите соответствие между терминами и их определениями**

Термины	Определения
А. БиоБрик (BioBrick)	1.Стандартный элемент для сборки ДНК
В. Промотор	2.Регион ДНК, контролирующий транскрипцию
С. Репрессор	3. Белок, подавляющий экспрессию гена
Д. Вектор	4. Носитель для переноса генетического материала

Запишите выбранные цифры под соответствующими буквами:

A	B	C	D

Правильный ответ:

A	B	C	D
1	2	3	4

- 2.** Задание закрытого типа на установление последовательности: **Установите последовательность проектирования синтетического гена.**

1. Выбор кодируемого белка
2. Оптимизация кодонов
3. Проектирование промотора и терминатора
4. Сборка векторной конструкции
5. Тестирование в модели

Ответ

--	--	--	--	--

Правильный ответ:

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

3. Задание комбинированного типа с выбором одного или нескольких верных ответов из четырех предложенных и аргументацией выбора. Внимательно прочитайте вопрос и выберите все возможные варианты ответа, обоснуйте свой выбор: **Какие из следующих приложений относятся к практическому использованию синтетической биологии?**

- A. Создание биотоплива с помощью модифицированных микроорганизмов
B. Генетическая терапия наследственных заболеваний
C. Выращивание органов для трансплантации
D. Разработка биосенсоров для обнаружения патогенов

Ответ _____
Обоснование _____

Правильный ответ: A, B, D

Обоснование:

- Биотопливо (A), биосенсоры (D), генная терапия (B) — типичные применения синтетической биологии
- Выращивание органов (C) — относится больше к тканевой инженерии, непосредственно к синтетической биологии не относится

4. Задание открытого типа с развернутым ответом. **В чем заключается отличие между традиционной генной инженерией и синтетической биологией?**

Пример правильного развернутого ответа:

Традиционная генная инженерия работает в рамках модификации уже существующих биологических систем (например, введение одного гена в организм для получения определённого белка).

Синтетическая биология идёт дальше: она опирается на инженерный подход, стандартизацию и модульность, стремится создавать новые биосистемы "с нуля" или изменить существующие с высокой предсказуемостью. Она включает принципы проектирования, математического моделирования и автоматизации сборки.

2.4. Ситуационные задачи

Задача 1. Генетический тумблер (toggle switch)

Условие:

Вы проектируете синтетическую цепь, в которой клетка *E. coli* может «переключаться» между двумя стабильными состояниями экспрессии: ген А включен / ген В включен. Используются два репрессора LacI и TetR.

Вопрос:

Какие связи между LacI, TetR и промоторами обеспечат поведение тумблера?

Ответ:

- Решение _____
- Пояснение: _____

Задача 2. Биосенсор на арсенат

Условие:

Вам нужно создать бактериальный сенсор, который будет светиться при наличии ионов арсената в воде. Вы находите природный промотор arsR, активируемый в присутствии арсената.

Вопрос:

Какой ген стоит подставить под контроль этого промотора для визуальной индикации и какова его роль?

Ответ:

- Решение _____
- Пояснение: _____

Задача 3. Устойчивость к антибиотикам в конструктах

Условие:

Вы собираетесь использовать два плазмидных конструкта в одной клетке, каждый с разными биочастями. Оба несут маркер устойчивости к ампициллину.

Вопрос:

Что может пойти не так, и как это исправить?

Ответ:

- Решение _____
- Пояснение: _____

Задача 4. Проблема кросс-регуляции

Условие:

Вы используете два промотора, активируемых двумя разными индуцирами: арабинозой и лактозой. Но экспрессия второго гена активируется даже при наличии только первого индуктора.

Вопрос:

Какова возможная причина и как устранить проблему?

Ответ:

- Решение _____
- Пояснение: _____

Задача 5. Использование логических вентилей

Условие:

Вы проектируете схему, в которой целевой ген должен экспрессироваться только при наличии двух молекул: А и В.

Вопрос:

Какой логический вентиль синтетической биологии вам нужен, и как он реализуется?

Ответ:

- Решение _____
- Пояснение: _____

Задача 6. Минимальный геном

Условие:

В проекте создания синтетической клетки вы хотите минимизировать количество генов. После удаления 15% генов клетка перестала делиться.

Вопрос:

Какой тип генов, скорее всего, был удален, и как это определить?

Ответ:

- Решение _____
- Пояснение: _____

Задача 7. Этический выбор

Условие:

Студенческая команда предлагает использовать генно-модифицированные дрожжи для производства морфина в лаборатории.

Вопрос:

Какие этические и регуляторные вопросы необходимо рассмотреть перед реализацией проекта?

Ответ:

- Решение _____
- Пояснение: _____

3. Оценочные материалы для промежуточной аттестации

Форма промежуточной аттестации - *зачет*. Зачет проводится в форме тестирования.

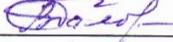
К зачету допускаются студенты, выполнившие в полном объеме аудиторную нагрузку, самостоятельную работу, успешно сдавшие все предусмотренные формы текущего контроля.

Вопросы к зачету

1. Дайте определение синтетической биологии и объясните её основные цели.
2. Чем синтетическая биология отличается от традиционной генной инженерии?
3. Опишите основные принципы синтетической биологии: модульность, стандартизация и обратная связь.
4. Что такое BioBricks и какую роль они играют в синтетической биологии?
5. Расскажите о методах сборки ДНК Gibson Assembly и Golden Gate Assembly.
6. Объясните принцип работы генетического переключателя (toggle switch).
7. Как работает CRISPR-Cas система и какое значение она имеет для синтетической биологии?
8. Что такое минимальный геном и для чего он используется?
9. Опишите особенности микробных консорциумов и их применение в синтетической экологии.

10. Что такое метаболическая инженерия и как она применяется для производства полезных веществ?
11. Какие биосенсоры используются в синтетической биологии и как они проектируются?
12. Расскажите о применении синтетической биологии в медицине (например, CAR-T терапия, вакцины).
13. Какие этические и правовые вопросы связаны с синтетической биологией?
14. Объясните, какую роль играют биоинформатика и базы данных в синтетической биологии.
15. Что такое стандарты RFC и как они способствуют развитию синтетической биологии?
16. Как моделируются синтетические генетические цепи с помощью программного обеспечения (например, TinkerCell)?
17. Расскажите о современных направлениях синтетической биологии: биокомпьютеры, биоматериалы, астробиология.
18. Что такое искусственные клетки и какие технологии используются для их создания?
19. Какие проблемы и вызовы существуют в создании искусственных клеток и биокомпьютеров?
20. Какие перспективы и риски связаны с использованием генных драйверов?
21. Каковы основные этапы проектирования биосенсора на основе бактерии *Escherichia coli*?
22. В чем особенности регуляторных элементов (промоторов, репрессоров, активаторов) в генетических схемах?
23. Опишите роль стандартизации в разработке биочастей и их сборке.
24. Как работают методы Golden Gate Assembly и Gibson Assembly? В чем их отличия?
25. Что такое генетический драйвер и как он влияет на наследование генов в популяции?
26. Какие преимущества даёт использование микробных консорциумов по сравнению с монокультурами?
27. Как CRISPR-системы применяются для диагностики РНК-вирусов?
28. Что такое биокомпьютеры и как они отличаются от классических вычислительных устройств?
29. Опишите применение синтетической биологии в создании вакцин и новых методов диагностики.
30. Какие меры биобезопасности необходимы при работе с синтетическими организмами?

Разработчик:



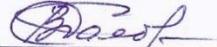
(подпись)

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 17.04.2024 г. протокол № 15.

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