

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АЛЬ-ФАРАБИ

Факультет биологии и биотехнологии

Кафедра биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ

декан факультета «Биология и  
биотехнологии» ЖӘНЕ

Курманова М.С.

«28» мая 2024 г. протокол № 11



## УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

MGI 7301 «Микробная генетика и инженерия»

«8D05111» – Микробиология

Курс 1

Семестр 1

Кол-во кредитов 5

Лекция 1.5

Семинар 3.5

Лаборатория 0

СРСП 7

Алматы 2024 г.

Учебно-методический комплекс дисциплины составлен Ултанбековой Гульнар Даулетбаевной, к.б.н.

На основании рабочего учебного плана по специальности «8D05111» – Микробиология

«Микробная генетика и инженерия»

Рассмотрен и рекомендован на заседании кафедры от «20» мая 2024 г., протокол №12

Зав. кафедрой

(подпись)

Кистаубаева А.С.

**СИЛЛАБУС**  
**Осенний семестр 2024-2025 учебного года**  
**MGI 7301 «Микробная генетика и инженерия»**  
**«8D05111» – Микробиология**

ID и наименование дисциплины	Самостоятельная работа обучающегося (СРО)	Кол-во кредитов			Общее кол-во кредитов	Самостоятельная работа обучающегося под руководством преподавателя (СРОП) <i>Внесите СРСР, СРМП, СРДП в зависимости от уровня обучения</i>
		Лекции (Л)	Практ. занятия (ПЗ)	Лаб. занятия (ЛЗ)		
«Микробная генетика и инженерия»	СРО 6	1.5	4		5.5	СРОП 7

**АКАДЕМИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ДИСЦИПЛИНЕ**

Формат обучения	Цикл, компонент	Типы лекций	Типы практических занятий	Форма и платформа итогового контроля
<i>Офлайн</i>	П	Информационная и обзорная лекция	Индивидуальная самостоятельная работа; групповые семинарские занятия	Письменная форма
<b>Лектор - (ы)</b>	К.б.н., Ултанбекова Гульнар Даулетбаевна			
<b>e-mail:</b>	ultanbekova77@mail.ru			
<b>Телефон:</b>	+7 777 141 52 52			
<b>Ассистент- (ы)</b>				
<b>e-mail:</b>				
<b>Телефон:</b>				

**АКАДЕМИЧЕСКАЯ ПРЕЗЕНТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

Введение в дисциплину  
Уровень обучения: докторантура  
Цель курса: Овладение фундаментальными и прикладными знаниями в области молекулярной микробиологии, включающими изучение структуры, функции и взаимодействий микроорганизмов на молекулярном уровне.  
Когнитивные компетенции:  
Интерпретировать результаты исследований молекулярных взаимодействий микроорганизмов.  
Оценивать влияние генетических модификаций на фенотип микроорганизмов.  
Функциональные компетенции: 3. Применять современные молекулярные методы в исследованиях генома и транскриптома микроорганизмов. 4. Разрабатывать стратегии генетической модификации микроорганизмов для биотехнологических целей.  
Системные компетенции: 5. Проводить научные исследования и представлять их результаты в виде публикаций, научных отчетов или презентаций.

Цель дисциплины	Ожидаемые результаты обучения (РО)*	Индикаторы достижения РО (ИД)
Обеспечить студентов фундаментальными знаниями и практическими навыками в области микробной генетики и инженерии, направленными на понимание и применение генетических методов для изучения, модификации и оптимизации микроорганизмов. Студенты должны научиться анализировать генетические процессы, использовать современные технологии геномной	<b>Понимать</b> структуру и функции бактериального генома, включая организацию генов, плазмид и других элементов генетической информации в исследованиях (понимание, дескрипторы уровней бакалавра, уровень «понимание» по Блуму).	<b>Знает</b> основные компоненты бактериального генома (хромосомная ДНК, плазмиды, мобильные генетические элементы) и их роль в хранении и передаче генетической информации, а также различие между хромосомными и внехромосомными элементами ДНК.
	<b>Оценивать</b> влияние мутаций и различных принципов репарации ДНК на генетическую стабильность исследований (оценка, дескрипторы уровня магистратуры, уровень «оценка» по Блуму).	<b>Умеет</b> объяснить организацию и функциональные особенности генов у бактерий, включая опероны, регуляторные элементы, и описать механизмы горизонтального переноса генов (трансдукция, трансформация, конъюгация).
		<b>Знает</b> типы мутаций (точечные, вставки, делеции, инверсии) и механизмы их возникновения, а также основные системы репарации ДНК (например, эксцизионная репарация, репарация несоответствий, SOS-репарация) и их влияние на генетическую стабильность микроорганизмов.
		<b>Умеет</b> анализировать данные о мутациях и репарации ДНК, оценивая их влияние на жизнеспособность и стабильность генома,

инженерии для создания новых микробных штаммов, а также оценивать применение микробной генетики в различных биотехнологических и экологических областях, включая производство биопродуктов, биоремедиацию и устойчивое развитие.		а также прогнозировать возможные последствия для фенотипа и эволюционной адаптации микроорганизмов.
	<b>Применять</b> методы горизонтального переноса генов (трансформация, трансдукция, конъюгация) для модификации генома в биотехнологических приложениях (применение, дескрипторы уровней магистратуры/бакалавра, уровень «применение» по Блуму).	<b>Владеет</b> техниками горизонтального переноса генов, такими как трансформация, трансдукция и конъюгация, и <b>умеет</b> применять их для внесения генетических изменений в бактериальные клетки в лабораторных условиях.
		<b>Умеет</b> модифицировать геном микроорганизмов с использованием методов горизонтального переноса генов и <b>оценивать</b> эффективность этих процессов в контексте конкретных биотехнологических задач (например, создание штаммов-продуцентов или улучшение устойчивости к стрессовым факторам).
	<b>Анализировать</b> молекулярные механизмы регуляции генной экспрессии фенотипа в случае прерывания и их влияние на реакции на внешние условия (анализ, дескрипторы уровня магистратуры, уровень «анализ» по Блуму).	<b>Знает</b> основные механизмы регуляции генной экспрессии у микроорганизмов (например, транскрипционные факторы, регуляторные РНК, системы обратной связи) и <b>умеет</b> выявлять причины прерывания экспрессии генов на различных этапах (транскрипция, трансляция, посттрансляционные модификации).
		<b>Умеет</b> анализировать данные о нарушениях регуляции генной экспрессии и <b>оценивать</b> их влияние на фенотипические проявления микроорганизмов, а также <b>прогнозировать</b> изменения в их реакции на различные внешние условия (например, стресс, изменение среды, присутствие антибиотиков).
	<b>Разрабатывать</b> генетические структуры и проводить их трансформацию в клеточных структурах с целью улучшения производственных характеристик в биотехнологии (синтез, дескрипторы уровня магистратуры/докторантуры, уровень «синтез» по Блуму).	<b>Владеет</b> методами конструирования генетических структур, включая выбор и клонирование целевых генов, регуляторных элементов и маркеров, и <b>умеет</b> создавать генетические конструкции для повышения продуктивности или устойчивости клеток в биотехнологических процессах.
		<b>Умеет</b> проводить трансформацию разработанных генетических структур в клетки микроорганизмов или эукариот и <b>оценивать</b> результативность трансформации на основе изменений в производственных характеристиках (например, повышение выхода целевого продукта, улучшение устойчивости к внешним стрессорам).
<b>Пререквизиты</b>	Пререквизитами дисциплины « <b>Микробная генетика и инженерия</b> » являются базовые знания по микробиологии, генетике, молекулярной биологии, биохимии и биотехнологии.	
<b>Постреквизиты</b>	Постреквизитами дисциплины « <b>Микробная генетика и инженерия</b> » являются курсы, связанные с генной инженерией, биоинформатикой, биотехнологическими процессами и микробными технологиями для промышленного применения.	
<b>Учебные ресурсы</b>	<p><b>Основная литература:</b>          Madigan M.T., Bender K.S., Buckley D.H., Sattley W.M., Stahl D.A. Brock Biology of Microorganisms, 15th ed. – Pearson, 2021.          Snyder L., Champness W. Molecular Genetics of Bacteria, 4th ed. – ASM Press, 2013.          Larry Snyder, Wendy Champness. Bacterial Genetics and Molecular Biology, 4th ed. – ASM Press, 2014.          Alberts B., Johnson A., Lewis J. Molecular Biology of the Cell, 6th ed. – Garland Science, 2014.          Madigan M., Martinko J., Parker J. Biology of Microorganisms, 14th ed. – Pearson, 2015.</p> <p><b>Дополнительная литература:</b>          Neidhardt F.C., Escherichia coli and Salmonella: Cellular and Molecular Biology, 2nd ed. – ASM Press, 1996.          White D., Drummond J.T., Fuqua C. The Physiology and Biochemistry of Prokaryotes, 5th ed. – Oxford University Press, 2012.          Fuchs T.M., Microbial Pathogenesis: Molecular and Cellular Mechanisms, 2nd ed. – Caister Academic Press, 2020.          Wilson B.A., Salyers A.A., Whitt D.D., Winkler M.E. Bacterial Pathogenesis: A Molecular Approach, 3rd ed. – ASM Press, 2011.          Goller C.C., Witney A.A. Methods in Microbial Molecular Biology, 1st ed. – Humana Press, 2019.</p> <p><b>Исследовательская инфраструктура</b>          Исследовательская инфраструктура для дисциплины «Молекулярная микробиология» включает в себя современное лабораторное оборудование и программное обеспечение, необходимое для проведения экспериментов и анализа данных на молекулярном уровне.</p> <p><b>Профессиональные научные базы данных</b>          NCBI (National Center for Biotechnology Information) – база данных биомедицинских и геномных данных, включая GenBank (секвенции ДНК), PubMed (научные статьи), BLAST (поиск по последовательностям).</p>	

	<p>EMBL-EBI (European Molecular Biology Laboratory – European Bioinformatics Institute) – предоставляет доступ к обширным биоинформационным ресурсам, включая Ensembl (геномные данные), UniProt (база данных белков) и InterPro (информация о белковых семьях и доменах).</p> <p>PDB (Protein Data Bank) – база данных структур белков и нуклеиновых кислот, полученных методом рентгеновской кристаллографии, ЯМР и крио-электронной микроскопии.</p> <p>KEGG (Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes) – платформа для понимания высокоуровневых функций и применения биологических систем, таких как клетки и экосистемы, на основе молекулярных данных, включая гены и белки.</p> <p>DDBJ (DNA Data Bank of Japan) – международный центр данных по генетическим последовательностям, часть Международной инициативы по архивированию последовательностей вместе с NCBI и EMBL-EBI.</p> <p>SILVA – база данных рибосомных РНК, используемая для анализа и классификации микроорганизмов на основе их последовательностей рРНК.</p> <p>GOLD (Genomes OnLine Database) – база данных по геномным и метагеномным проектам, включающая информацию о секвенированных геномах различных микроорганизмов.</p> <p>БиоСус – коллекция баз данных путей метаболизма и геномов, используемая для исследования молекулярной биологии микроорганизмов.</p> <p>TCDB (Transporter Classification Database) – специализированная база данных для изучения транспортных белков, их функций и эволюционных взаимосвязей.</p> <p>Scopus и Web of Science – крупнейшие библиографические и реферативные базы данных, предоставляющие доступ к рецензируемым научным статьям и цитируемым источникам по молекулярной микробиологии и смежным дисциплинам.</p> <p><b>Интернет-ресурсы</b>  <a href="http://elibrary.kaznu.kz/ru">http://elibrary.kaznu.kz/ru</a>          MOOC/видеолекции и т.д.          NCBI (National Center for Biotechnology Information) – <a href="https://www.ncbi.nlm.nih.gov">https://www.ncbi.nlm.nih.gov</a>          Предоставляет доступ к разнообразным биологическим и биомедицинским базам данных, включая GenBank, PubMed и BLAST, что полезно для изучения молекулярной биологии микроорганизмов.          EMBL-EBI (European Bioinformatics Institute) – <a href="https://www.ebi.ac.uk">https://www.ebi.ac.uk</a>          Ресурс с доступом к данным о геномах, белках, метаболических путях и инструментам для анализа биологических данных, таких как Ensembl и UniProt.          PDB (Protein Data Bank) – <a href="https://www.rcsb.org">https://www.rcsb.org</a>          База данных трехмерных структур белков и нуклеиновых кислот, полученных методами кристаллографии, ЯМР и крио-ЭМ.          MicrobeWiki (Kenyon College) – <a href="https://microbewiki.kenyon.edu">https://microbewiki.kenyon.edu</a>          Образовательная вики-страница, содержащая статьи по различным аспектам микробиологии, включая патогенные микроорганизмы и метаболические пути.          KEGG (Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes) – <a href="https://www.kegg.jp">https://www.kegg.jp</a>          Предоставляет данные о геномах, биологических путях и взаимодействиях между микроорганизмами, что важно для изучения молекулярных механизмов в микробиологии.</p> <p><b>Программное обеспечение</b>          BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) – инструмент для поиска сходства последовательностей ДНК, РНК и белков, доступный через веб-интерфейс NCBI или в локальной версии.          MEGA (Molecular Evolutionary Genetics Analysis) – программа для анализа последовательностей, построения филогенетических деревьев и оценки эволюционных процессов.          Geneious – интегрированная платформа для анализа геномных данных, включая секвенирование, клонирование и аннотацию геномов.          Clustal Omega – программа для множественного выравнивания последовательностей ДНК или белков, используемая для анализа эволюционных связей.          PyMOL – программа для визуализации молекулярных структур, включая белки и нуклеиновые кислоты, что позволяет анализировать их трехмерные модели.          SnapGene – программное обеспечение для визуализации и планирования молекулярных экспериментов, таких как клонирование и ПЦР.          R или Python (с библиотеками Biopython или Bioinformatics в R) – используются для статистического анализа и обработки биоинформатических данных.</p>
--	---

<p><b>Академическая политика дисциплины</b></p>	<p>Академическая политика дисциплины определяется <u>Академической политикой и Политикой академической честности КазНУ имени аль-Фараби</u>.          Документы доступны на главной странице ИС Univer.</p> <p><b>Интеграция науки и образования.</b> Научно-исследовательская работа студентов, магистрантов и докторантов – это углубление учебного процесса. Она организуется непосредственно на кафедрах, в лабораториях, научных и проектных подразделениях университета, в студенческих научно-технических объединениях. Самостоятельная работа обучающихся на всех уровнях образования направлена на развитие исследовательских навыков и компетенций на основе получения нового знания с применением современных научно-исследовательских и информационных технологий. Преподаватель исследовательского университета интегрирует результаты научной деятельности в тематику лекций и семинарских (практических) занятий, лабораторных занятий и в задания СРОП, СРО, которые отражаются в syllabusе и отвечают за актуальность тематик учебных занятий и заданий.</p> <p><b>Посещаемость.</b> Дедлайн каждого задания указан в календаре (графике) реализации содержания дисциплины. Несоблюдение дедлайнов приводит к потере баллов.</p> <p><b>Академическая честность.</b> Практические/лабораторные занятия, СРО развивают у обучающегося самостоятельность, критическое мышление, креативность. Недопустимы плагиат, подлог, использование шпаргалок, списывание на всех этапах выполнения заданий.</p> <p>Соблюдение академической честности в период теоретического обучения и на экзаменах помимо основных политик регламентируют <u>«Правила проведения итогового контроля»</u>, <u>«Инструкции для проведения итогового контроля осеннего/весеннего семестра текущего учебного года»</u>, <u>«Положение о проверке текстовых документов обучающихся на наличие заимствований»</u>.</p> <p>Документы доступны на главной странице ИС Univer.</p> <p><b>Основные принципы инклюзивного образования.</b> Образовательная среда университета задумана как безопасное место, где всегда присутствуют поддержка и равное отношение со стороны преподавателя ко всем обучающимся и обучающимся друг к другу независимо от гендерной, расовой/ этнической принадлежности, религиозных убеждений, социально-экономического статуса, физического здоровья студента и др. Все люди нуждаются в поддержке и дружбе ровесников и сокурсников. Для всех студентов достижение прогресса скорее в том, что они могут делать, чем в том, что не могут. Разнообразие усиливает все стороны жизни.</p>
---	--

Все обучающиеся, особенно с ограниченными возможностями, могут получать консультативную помощь по телефону/ e-mail +7 777 141 52 52/ [ultanbekova77@mail.ru](mailto:ultanbekova77@mail.ru) либо посредством видеосвязи в MS Teams *внесите постоянную ссылку на собрание.*

**Интеграция MOOC (massive open online course).** В случае интеграции MOOC в дисциплину, всем обучающимся необходимо зарегистрироваться на MOOC. Сроки прохождения модулей MOOC должны неукоснительно соблюдаться в соответствии с графиком изучения дисциплины.

**ВНИМАНИЕ!** Дедлайн каждого задания указан в календаре (графике) реализации содержания дисциплины, а также в MOOC. Несоблюдение дедлайнов приводит к потере баллов.

### ИНФОРМАЦИЯ О ПРЕПОДАВАНИИ, ОБУЧЕНИИ И ОЦЕНИВАНИИ

Балльно-рейтинговая буквенная система оценки учета учебных достижений				Методы оценивания															
Оценка	Цифровой эквивалент баллов	Баллы, % содержание	Оценка по традиционной системе																
A	4,0	95-100	Отлично	<p><b>Критериальное оценивание</b> – процесс соотнесения реально достигнутых результатов обучения с ожидаемыми результатами обучения на основе четко выработанных критериев. Основано на формативном и суммативном оценивании.</p> <p><b>Формативное оценивание</b> – вид оценивания, который проводится в ходе повседневной учебной деятельности. Является текущим показателем успеваемости. Обеспечивает оперативную взаимосвязь между обучающимся и преподавателем. Позволяет определить возможности обучающегося, выявить трудности, помочь в достижении наилучших результатов, своевременно корректировать преподавателю образовательный процесс. Оценивается выполнение заданий, активность работы в аудитории во время лекций, семинаров, практических занятий (дискуссии, викторины, дебаты, круглые столы, лабораторные работы и т. д.). Оцениваются приобретенные знания и компетенции.</p> <p><b>Суммативное оценивание</b> – вид оценивания, который проводится по завершению изучения раздела в соответствии с программой дисциплины. Проводится 3-4 раза за семестр при выполнении СРО. Это оценивание освоения ожидаемых результатов обучения в соотнесенности с дескрипторами. Позволяет определять и фиксировать уровень освоения дисциплины за определенный период. Оцениваются результаты обучения.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Формативное и суммативное оценивание</th> <th>Баллы % содержание</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Активность на лекциях</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Работа на практических занятиях</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Самостоятельная работа</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Проектная и творческая деятельность</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Итоговый контроль (экзамен)</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td><b>ИТОГО</b></td> <td><b>100</b></td> </tr> </tbody> </table>		Формативное и суммативное оценивание	Баллы % содержание	Активность на лекциях	0	Работа на практических занятиях	50	Самостоятельная работа	50	Проектная и творческая деятельность	0	Итоговый контроль (экзамен)	100	<b>ИТОГО</b>	<b>100</b>
Формативное и суммативное оценивание	Баллы % содержание																		
Активность на лекциях	0																		
Работа на практических занятиях	50																		
Самостоятельная работа	50																		
Проектная и творческая деятельность	0																		
Итоговый контроль (экзамен)	100																		
<b>ИТОГО</b>	<b>100</b>																		
A-	3,67	90-94																	
B+	3,33	85-89	Хорошо																
B	3,0	80-84																	
B-	2,67	75-79																	
C+	2,33	70-74																	
C	2,0	65-69		Удовлетворительно															
C-	1,67	60-64																	
D+	1,33	55-59	Неудовлетворительно																
D	1,0	50-54																	

### Календарь (график) реализации содержания дисциплины. Методы преподавания и обучения.

Неделя	Название темы	Кол-во часов	Макс. балл
<b>МОДУЛЬ 1: Основы микробной генетики</b>			
1	<b>Л 1.</b> Введение в микробную генетику: История и основы микробной генетики. Основные концепции и методы.	1	
	<b>СЗ 1.</b> Обсуждение ключевых понятий и исторических этапов развития микробной генетики.	2	8
2	<b>Л 2.</b> Генетика бактерий: Структура и организация бактериального генома. Основные элементы генетической регуляции у бактерий.		
	<b>СЗ 2.</b> Генетическая рекомбинация у бактерий: механизмы и значение. Анализ различных механизмов горизонтального переноса генов, включая трансформацию, трандукцию и конъюгацию, а также их роль в эволюции микроорганизмов.		8
	<b>СРОП 1.</b> Консультации по выполнению <b>СРО 1</b> Разработка проектов по созданию генетических конструкций для использования в синтетической биологии, например, для производства биопродуктов или устойчивых к стрессам микроорганизмов.		
3	<b>Л 3.</b> Мутации и репарация ДНК: Типы мутаций, механизмы их возникновения и методы репарации ДНК у бактерий.	1	
	<b>СЗ 3.</b> Практические примеры мутаций и методов их исправления.	2	8
	<b>СРО 1.</b> Разработка проектов по созданию генетических конструкций для использования в синтетической биологии, например, для производства биопродуктов или устойчивых к стрессам микроорганизмов.		20
4	<b>Л 4.</b> Генетическая трансформация и трандукция: Основные механизмы горизонтального переноса генов: трансформация, трандукция и конъюгация.	1	
	<b>СЗ 4.</b> Анализ экспериментов по генетической трансформации и трандукции.	2	8
5	<b>Л 5.</b> Молекулярные механизмы регуляции генной экспрессии: Операционные системы, регуляция транскрипции и трансляции у бактерий.	1	
	<b>СЗ 5.</b> Практические примеры и анализ механизмов регуляции генной экспрессии.	2	8
6	<b>Л 6.</b> Генетика микробных популяций: Популяционная генетика микроорганизмов, генетическая изменчивость и эволюция.	1	
	<b>СЗ 6.</b> Анализ примеров популяционных исследований и их результатов.	2	10
	<b>СРОП 2.</b> Консультации по выполнению <b>СРО 2</b> Изучение генетических маркеров у микроорганизмов. Анализ методов молекулярной диагностики и использования генетических маркеров для идентификации и характеристики микроорганизмов.		
<b>МОДУЛЬ 2: Биоинженерия в микробиологии</b>			
7	<b>Л 7.</b> Введение в биоинженерию: Основные принципы и подходы в биоинженерии, применение в микробиологии.	1	
	<b>СЗ 7.</b> Обсуждение современных направлений в биоинженерии и их применения.	2	10

	<b>СРО 2.</b> Изучение генетических маркеров у микроорганизмов Анализ методов молекулярной диагностики и использования генетических маркеров для идентификации и характеристики микроорганизмов.		
<b>Рубежный контроль 1</b>			<b>100</b>
8	<b>Л 8.</b> Генно-инженерные технологии: Основные генно-инженерные технологии: клонирование, ПЦР, секвенирование.	1	
	<b>СЗ 8.</b> Практическое занятие по методам генно-инженерных технологий.	2	5
	<b>СРОП 3.</b> Консультации по выполнению СРО 3 Разработка и оптимизация промышленных штаммов микроорганизмов Исследование методов селекции и генетической модификации для повышения продуктивности микроорганизмов, используемых в биотехнологических процессах.		
9	<b>Л 9.</b> Продукция рекомбинантных белков: Методы и подходы к производству рекомбинантных белков в микроорганизмах.	1	
	<b>СЗ 9.</b> Анализ случаев успешного производства рекомбинантных белков.	2	5
	<b>СРО 3.</b> Разработка и оптимизация промышленных штаммов микроорганизмов Исследование методов селекции и генетической модификации для повышения продуктивности микроорганизмов, используемых в биотехнологических процессах.		15
10	<b>Л 10.</b> Методы генетической модификации микроорганизмов: Методы создания генетически модифицированных микроорганизмов. Методы генетической модификации: трансформация, трансдукция, конъюгация и CRISPR-Cas.	1	
	<b>СЗ 10.</b> Практическое занятие по генетической модификации и анализ полученных результатов. Анализ кейсов успешного применения генетической модификации в промышленности (например, производство инсулина).	2	5
	<b>СРОП 4.</b> Консультация по выполнению СРО 4. Использование генетически модифицированных микроорганизмов для биоремедиации. Анализ применения ГМ микроорганизмов для очистки загрязненных экосистем и разработка стратегий их применения в конкретных условиях.		
11	<b>Л 11.</b> Основы метаболической инженерии: концепции и стратегии для оптимизации метаболических путей.	1	
	<b>СЗ 11.</b> Практическое занятие по моделированию метаболических путей с использованием программного обеспечения.	2	5
	<b>СРО 4.</b> Использование генетически модифицированных микроорганизмов для биоремедиации Анализ применения ГМ микроорганизмов для очистки загрязненных экосистем и разработка стратегий их применения в конкретных условиях.		
12	<b>Л12.</b> Принципы синтетической биологии и её применение в создании новых микроорганизмов.	1	
	<b>СЗ 12.</b> Разработка проекта по созданию синтетического микроорганизма с заданными функциями.	2	5
	<b>СРОП 5.</b> Синтетическая биология и её применение в микробиологии Рассмотрение принципов синтетической биологии и разработка проектов по созданию новых микробных метаболических путей для производства ценных биопродуктов.		
13	<b>Л 13.</b> Применение биоинженерии в медицине и агрономии: Инновации и достижения в применении биоинженерии в медицинских и агрономических исследованиях и применение биоинженерии для очистки окружающей среды: стратегии и методы.	1	
	<b>СЗ 13.</b> Анализ и обсуждение успешных примеров применения биоинженерии в различных областях. Обсуждение успешных примеров использования ГМ микроорганизмов для биоремедиации загрязненных территорий.	2	5
	<b>СРО 5.</b> Консультация по выполнению СРО 5. Синтетическая биология и её применение в микробиологии Рассмотрение принципов синтетической биологии и разработка проектов по созданию новых микробных метаболических путей для производства ценных биопродуктов.		15
14	<b>Л 14.</b> Использование микроорганизмов для производства ферментов, аминокислот и других биопродуктов.	1	
	<b>СЗ 14.</b> Анализ рынка биопродуктов: потребности, тенденции и возможности для предпринимательства.	2	5
	<b>СРОП 6.</b> Инженерия метаболизма микроорганизмов для производства биоэнергии Исследование возможностей модификации метаболических путей бактерий и дрожжей для эффективного производства биоэтанола, биодизеля и других источников энергии.		
15	<b>Л 15.</b> Этические и правовые аспекты биоинженерии: Этические и правовые вопросы, связанные с биоинженерией и генетической модификацией.	1	
	<b>СЗ 15.</b> Обсуждение кейсов и сценариев этических проблем в биоинженерии.	2	5
	<b>СРО 6.</b> Инженерия метаболизма микроорганизмов для производства биоэнергии Исследование возможностей модификации метаболических путей бактерий и дрожжей для эффективного производства биоэтанола, биодизеля и других источников энергии.		15
16	<b>Л 16.</b> Подведение итогов лекционных занятий.	1	
	<b>СЗ 16.</b> Подведение итогов семинарских занятий.	2	
	<b>СРОП 7.</b> Обсуждение экзаменационных тем для курса «Микробная генетика и инженерия»		
<b>Рубежный контроль 2</b>			<b>100</b>
<b>Итоговый контроль (экзамен)</b>			<b>100</b>
<b>ИТОГО за дисциплину</b>			<b>100</b>

Декан факультета

Председатель Академического комитета  
по качеству преподавания и обучения

Заведующий кафедрой

Лектор



Курманбаева М.С.

Бахтыбаева Л.К.

Кистаубаева А.С.

Ултанбекова Г.Д.

