

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ АЛЬ-ФАРАБИ

Факультет биологии и биотехнологии

Кафедра биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ

декан факультета «Биология и
биотехнологии»

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
Лектор - (ы)	К.б.н., Ултанбекова Гульнар Даулетбаевна			
e-mail:	ultanbekova77@mail.ru			
Телефон:	+7 777 141 52 52			
Ассистент- (ы)				
e-mail:				
Телефон:				

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 генной	Понимать структуру и функции бактериального генома, включая организацию генов, плазмид и других элементов генетической информации в исследованиях (понимание, дескрипторы уровней бакалавра, уровень «понимание» по Блуму).	Знает 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.
	Оценивать влияние мутаций и различных принципов репарации ДНК на генетическую стабильность исследований (оценка, дескрипторы уровня магистратуры, уровень «оценка» по Блуму).	Умеет объяснить организацию и функциональные особенности генов у бактерий, включая опероны, регуляторные элементы, и описать механизмы горизонтального переноса генов (трансдукция, трансформация, конъюгация).
		Знает 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.
		Умеет 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.
	Применять методы горизонтального переноса генов (трансформация, трансдукция, конъюгация) для модификации генома в биотехнологических приложениях (применение, дескрипторы уровней магистратуры/бакалавра, уровень «применение» по Блуму).	Владеет техниками горизонтального переноса генов, такими как трансформация, трансдукция и конъюгация, и умеет применять их для внесения генетических изменений в бактериальные клетки в лабораторных условиях.
		Умеет модифицировать геном микроорганизмов с использованием методов горизонтального переноса генов и оценивать эффективность этих процессов в контексте конкретных биотехнологических задач (например, создание штаммов-продуцентов или улучшение устойчивости к стрессовым факторам).
	Анализировать 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).	Знает основные механизмы регуляции генной экспрессии у микроорганизмов (например, транскрипционные факторы, регуляторные РНК, системы обратной связи) и умеет выявлять причины прерывания экспрессии генов на различных этапах (транскрипция, трансляция, посттрансляционные модификации).
		Умеет анализировать данные о нарушениях регуляции генной экспрессии и оценивать их влияние на фенотипические проявления микроорганизмов, а также прогнозировать изменения в их реакции на различные внешние условия (например, стресс, изменение среды, присутствие антибиотиков).
	Разрабатывать 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).	Владеет методами конструирования генетических структур, включая выбор и клонирование целевых генов, регуляторных элементов и маркеров, и умеет создавать генетические конструкции для повышения продуктивности или устойчивости клеток в биотехнологических процессах.
		Умеет проводить трансформацию разработанных генетических структур в клетки микроорганизмов или эукариот и оценивать результативность трансформации на основе изменений в производственных характеристиках (например, повышение выхода целевого продукта, улучшение устойчивости к внешним стрессорам).
Пререквизиты	Пререквизитами дисциплины « Микробная генетика и инженерия » являются базовые знания по микробиологии, генетике, молекулярной биологии, биохимии и биотехнологии.	
Постреквизиты	Постреквизитами дисциплины « Микробная генетика и инженерия » являются курсы, связанные с генной инженерией, биоинформатикой, биотехнологическими процессами и микробными технологиями для промышленного применения.	
Учебные ресурсы	<p>Основная литература: 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>Дополнительная литература: 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>Исследовательская инфраструктура 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>Профессиональные научные базы данных 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>Интернет-ресурсы http://elibrary.kaznu.kz/ru MOOC/видеолекции и т.д.</p> <p>NCBI (National Center for Biotechnology Information) – https://www.ncbi.nlm.nih.gov Предоставляет доступ к разнообразным биологическим и биомедицинским базам данных, включая GenBank, PubMed и BLAST, что полезно для изучения молекулярной биологии микроорганизмов.</p> <p>EMBL-EBI (European Bioinformatics Institute) – https://www.ebi.ac.uk Ресурс с доступом к данным о геномах, белках, метаболических путях и инструментам для анализа биологических данных, таких как Ensembl и UniProt.</p> <p>PDB (Protein Data Bank) – https://www.rcsb.org База данных трехмерных структур белков и нуклеиновых кислот, полученных методами кристаллографии, ЯМР и крио-ЭМ.</p> <p>MicrobeWiki (Kenyon College) – https://microbewiki.kenyon.edu Образовательная вики-страница, содержащая статьи по различным аспектам микробиологии, включая патогенные микроорганизмы и метаболические пути.</p> <p>KEGG (Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes) – https://www.kegg.jp Предоставляет данные о геномах, биологических путях и взаимодействиях между микроорганизмами, что важно для изучения молекулярных механизмов в микробиологии.</p> <p>Программное обеспечение BLAST (Basic Local Alignment Search Tool) – инструмент для поиска сходства последовательностей ДНК, РНК и белков, доступный через веб-интерфейс NCBI или в локальной версии.</p> <p>MEGA (Molecular Evolutionary Genetics Analysis) – программа для анализа последовательностей, построения филогенетических деревьев и оценки эволюционных процессов.</p> <p>Geneious – интегрированная платформа для анализа геномных данных, включая секвенирование, клонирование и аннотацию геномов.</p> <p>Clustal Omega – программа для множественного выравнивания последовательностей ДНК или белков, используемая для анализа эволюционных связей.</p> <p>PyMOL – программа для визуализации молекулярных структур, включая белки и нуклеиновые кислоты, что позволяет анализировать их трехмерные модели.</p> <p>SnapGene – программное обеспечение для визуализации и планирования молекулярных экспериментов, таких как клонирование и ПЦР.</p> <p>R или Rpython (с библиотеками Biopython или Bioinformatics в R) – используются для статистического анализа и обработки биоинформатических данных.</p>
--	--

<p>Академическая политика дисциплины</p>	<p>Академическая политика дисциплины определяется <u>Академической политикой и Политикой академической честности КазНУ имени аль-Фараби</u>.</p> <p>Документы доступны на главной странице ИС Univer.</p> <p>Интеграция науки и образования. 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>Посещаемость. Дедлайн каждого задания указан в календаре (графике) реализации содержания дисциплины. Несоблюдение дедлайнов приводит к потере баллов.</p> <p>Академическая честность. 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>Основные принципы инклюзивного образования. 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>
---	--

	<p>Все обучающиеся, особенно с ограниченными возможностями, могут получать консультативную помощь по телефону/ e-mail +7 777 141 52 52/ ultanbekova77@mail.ru либо посредством видеосвязи в MS Teams <i>внесите постоянную ссылку на собрание.</i></p> <p>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.</p> <p>ВНИМАНИЕ! Дедлайн каждого задания указан в календаре (графике) реализации содержания дисциплины, а также в MOOC. Несоблюдение дедлайнов приводит к потере баллов.</p>
--	---

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	<p>Критериальное оценивание – процесс соотнесения реально достигнутых результатов обучения с ожидаемыми результатами обучения на основе четко выработанных критериев. Основано на формативном и суммативном оценивании.</p> <p>Формативное оценивание – 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>Суммативное оценивание – 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" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2">Формативное и суммативное оценивание</th> <th>Баллы % содержание</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Активность на лекциях</td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Работа на практических занятиях</td> <td></td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Самостоятельная работа</td> <td></td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>Проектная и творческая деятельность</td> <td></td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Итоговый контроль (экзамен)</td> <td></td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>ИТОГО</td> <td></td> <td>100</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	ИТОГО		100
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																								
ИТОГО		100																								
A	4,0	95-100	Отлично																							
A-	3,67	90-94																								
V+	3,33	85-89	Хорошо																							
V	3,0	80-84																								
V-	2,67	75-79																								
C+	2,33	70-74																								
C	2,0	65-69																								
C-	1,67	60-64	Удовлетворительно																							
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
МОДУЛЬ 1: Основы микробной генетики			
1	Л 1. Введение в микробную генетику: История и основы микробной генетики. Основные концепции и методы.	1	
	СЗ 1. Обсуждение ключевых понятий и исторических этапов развития микробной генетики.	2	8
2	Л 2. Генетика бактерий: Структура и организация бактериального генома. Основные элементы генетической регуляции у бактерий.		
	СЗ 2. Генетическая рекомбинация у бактерий: механизмы и значение. Анализ различных механизмов горизонтального переноса генов, включая трансформацию, трансдукцию и конъюгацию, а также их роль в эволюции микроорганизмов.		8
	СРОП 1. Консультации по выполнению СРО 1 Разработка проектов по созданию генетических конструкций для использования в синтетической биологии, например, для производства биопродуктов или устойчивых к стрессам микроорганизмов.		
3	Л 3. Мутации и репарация ДНК: Типы мутаций, механизмы их возникновения и методы репарации ДНК у бактерий.	1	
	СЗ 3. Практические примеры мутаций и методов их исправления.	2	8
	СРО 1. Разработка проектов по созданию генетических конструкций для использования в синтетической биологии, например, для производства биопродуктов или устойчивых к стрессам микроорганизмов.		20
4	Л 4. Генетическая трансформация и трансдукция: Основные механизмы горизонтального переноса генов: трансформация, трансдукция и конъюгация.	1	
	СЗ 4. Анализ экспериментов по генетической трансформации и трансдукции.	2	8
5	Л 5. Молекулярные механизмы регуляции генной экспрессии: Операционные системы, регуляция транскрипции и трансляции у бактерий.	1	
	СЗ 5. Практические примеры и анализ механизмов регуляции генной экспрессии.	2	8
6	Л 6. Генетика микробных популяций: Популяционная генетика микроорганизмов, генетическая изменчивость и эволюция.	1	
	СЗ 6. Анализ примеров популяционных исследований и их результатов.	2	10
	СРОП 2. Консультации по выполнению СРО 2 Изучение генетических маркеров у микроорганизмов. Анализ методов молекулярной диагностики и использования генетических маркеров для идентификации и характеристики микроорганизмов.		
МОДУЛЬ 2: Биоинженерия в микробиологии			
7	Л 7. Введение в биоинженерию: Основные принципы и подходы в биоинженерии, применение в микробиологии.	1	
	СЗ 7. Обсуждение современных направлений в биоинженерии и их применения.	2	10

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

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.

