

КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. АЛЬ-ФАРАБИ

**Факультет Биологии и Биотехнологии
Кафедра Молекулярной биологии и генетики**

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета

_____ Курманбаева М. С.
" 17 " 2015 г. протокол № 5



УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ

«104961 Технологии редактирования генома»

«8D05104 Генетика»

Курс	1
Семестр	1
Кол-во кредитов	5

Алматы

СИЛЛАБУС
Весенний семестр 2024-2025 учебного года
Образовательная программа «8D05104 Генетика»

ID и наименование дисциплины	Самостоятельная работа обучающегося (СРД)	Кол-во кредитов			Общее кол-во кредитов	Самостоятельная работа обучающегося под руководством преподавателя (СРДП)
		Лекции и (Л)	Практ. занятия (ПЗ)	Лаб. занятия (ЛЗ)		
104961 Технологии редактирования генома	5	1,70	3,30	-	5	6
АКАДЕМИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ДИСЦИПЛИНЕ						
Формат обучения	Цикл, компонент	Типы лекций	Типы практических занятий		Форма и платформа итогового контроля	
Офлайн	П, ВК	проблемная, аналитическая лекция	решение задач, ситуационные задания			
Лекторы	к.б.н. доцент Амирова Айгуль Кузембаевна,					
e-mail:	aigul_amir@mail.ru					
Телефон:	+7(708)6924842					
АКАДЕМИЧЕСКАЯ ПРЕЗЕНТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ						
Цель дисциплины	Ожидаемые результаты обучения (РО)*			Индикаторы достижения РО (ИД)		
Сформировать способность анализировать тенденции развития перспективных технологий редактирования генома и возможности их применения для решения практических задач. Курс рассматривает методы с применением систем ZFN или «цинковые пальцы» (сайт-специфическая нуклеаза); TALEN (конструкции химерных нуклеаз), метод CRISPR/Cas9 и другие методы редактирования генома; оценку безопасности и эффективности разрешенных к применению методов редактирования.	1. Оценивать достижения генной инженерии в области редактирования генома. Установить перспективы применения и взаимосвязь между основными технологиями генного редактирования: ZFN или «цинковые пальцы» (сайт-специфическая нуклеаза); TALEN (конструкции химерных нуклеаз), метод CRISPR/Cas9 и другие методы редактирования.			1.1 Умеет ообъяснить связь генной инженерий с другими дисциплинами и установить достижения современной генетики и генной инженерии в области генной терапии. рассматриваются методы редактирования генома, использование этих способов в современной медицине		
				1.2 Знает основные технологии редактирования генома, и их возможность применения на практике.		
	2. Объяснить особенности технологий редактирования генома и возможности их применения для решения практических задач. Оценивать возможности применения современных технологий редактирования генома для получения улучшенных сортов растений.			2.1 Умеет классифицировать методы редактирования генома и определять их недостатки и преимущества.		
				2.2 Знает выбирать соответствующие методы согласно целям использования данных технологий на практике.		
	3. Использовать возможности применения новых сконструированных геномов для получения полезных веществ и свойств организмов в биотехнологии.			3.1 Умеет объяснить принципы работы методов, и обосновать практическое применение технологии редактирования генома.		
				3.2 Владеет информацией о преимуществах применения технологии редактирования генома и установить перспективы для их использования в области генной терапии.		
	4. Применить теоретические знания и методические навыки генной инженерии и технологии редактирования генома в профессиональной деятельности: соблюдать принцип биобезопасности; оценивать безопасность и эффективность разрешенных к применению методов редактирования.			4.1 Знает принципы, лежащие в основе методов редактирования генома.		
				4.2 Умеет связать теоретические и методические навыки на практике.		
	5. Планировать проекты, постановление методов и осуществлять руководство над ними; уметь находить и			5.1 Владеет различными методами геномного редактирования и генной инженерии для достижения		

	принимать решения для решения проблем в области геномного редактирования.	поставленной цели или решения проблем в области генной терапии. 5.2 Умеет дать оценку современным методам и рассмотреть возможности редактирования генома в современном мире для решения будущих проблем.
Пререквизиты	«Методы научных исследований», «Академическое письмо»!	
Постреквизиты	«Выполнение докторской диссертации», «Исследовательская практика»	
Учебные ресурсы	Литература: Основная литература: 1. Щелкунов, С.Н. Генетическая инженерия 2-е изд., испр.и доп. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2012. - 496с. 2. Глик, Б. Молекулярная биотехнология: Принципы и применение [Текст] / Б. Глик, Дж. Пастернак - М.: Мир, 2012. - 589 с. 3. Жимулев, И.А. Общая и молекулярная генетика [Текст] / И.А. Жимулев. - Новосибирск: Сибирское университетское издание, 2013. - 478 с. Б.Люин "Гены" Бином, 2012, 9-е издание. - 896с. 4. А.К.Бисенбаев, М.М.Таиров, Р.И.Берсимбаев. Большой практикум, "Биохимические методы исследования"//методическое пособие, изд."Казак университети",1998г. 5. Шарипова М.Р. Курс лекций по генетической инженерии: учебное пособие, Казань: К(П)ФУ, 2015.- 114с. Дополнительная литература: 1. Журавлева Г.А. Генная инженерия в биотехнологии: учебник. - СПб.: Эко-Вектор, 2016. - 328 с. 2. Огурцов А.Н., Близнюк О.Н., Масалитина Н.Ю. Основы генной инженерии и биоинженерии. Учебное пособие. Часть 1.: Молекулярные основы генных технологий. Харьков: НТУ "ХПИ", 2018. - 288 с. 3. Varshney Rajeev K. Plant Genetics and Molecular Biology. - London: Springer, 2018. - 298 p. 4. Halford Nigel G. Crop Biotechnology: Genetic Modification And Genome Editing. - London: World Scientific, 2018. - 218 p. 5. Glick Bernard R. Molecular biotechnology: principles and applications of recombinant DNA. - 4th ed. - Washington, 2010. - 1200 p. Интернет ресурсы: 1) http://elibrary.kaznu.kz/ru 2) https://www.isaaa.org/resources/publications/pocketk/16/ 3) https://vc.ru/future/109057-gennaya-inzheneriya-sostoyanie-na-2020 4) https://sites.google.com/site/anogurtsov/lectures/ge	
Академическая политика дисциплины	Академическая политика дисциплины определяется <u>Академической политикой и Политикой академической честности КазНУ имени аль-Фараби</u>. Документы доступны на главной странице ИС Univer. 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 силлабусе и отвечают за актуальность тематик учебных занятий и заданий. Посещаемость. Дедлайн каждого задания указан в календаре (графике) реализации содержания дисциплины. Несоблюдение дедлайнов приводит к потере баллов. Академическая честность. Практические/лабораторные занятия, СРО развивают у обучающегося самостоятельность, критическое мышление, креативность. Недопустимы плагиат, подлог, использование шпаргалок, списывание на всех этапах выполнения заданий. 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>. Документы доступны на главной странице ИС Univer. 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. Все обучающиеся, особенно с ограниченными возможностями, могут получать консультативную помощь по телефону/ e-mail aigul_amir@mail.ru либо посредством видеосвязи в ZOOM: https://us05web.zoom.us/j/88254829221?pwd=mIJuOjokfnvcjeA41Z1O0kDDQ3EG3N.1 Интеграция МООС (massive open online course). В случае интеграции МООС в дисциплину, всем обучающимся необходимо зарегистрироваться на МООС. Сроки прохождения модулей МООС должны неукоснительно соблюдаться в соответствии с графиком изучения дисциплины. ВНИМАНИЕ! Дедлайн каждого задания указан в календаре (графике) реализации содержания дисциплины, а также в МООС. Несоблюдение дедлайнов приводит к потере баллов.																																																			
ИНФОРМАЦИЯ О ПРЕПОДАВАНИИ, ОБУЧЕНИИ И ОЦЕНИВАНИИ																																																			
<table><tr><td colspan="3">Балльно-рейтинговая буквенная система оценки учета учебных достижений</td><td>Методы оценивания</td></tr><tr><td>Оценка</td><td>Цифровой эквивалент баллов</td><td>Баллы, % содержание</td><td>Оценка по традиционной системе</td></tr><tr><td>A</td><td>4,0</td><td>95-100</td><td rowspan="2">Отлично</td></tr><tr><td>A-</td><td>3,67</td><td>90-94</td></tr><tr><td>B+</td><td>3,33</td><td>85-89</td><td rowspan="4">Хорошо</td></tr><tr><td>B</td><td>3,0</td><td>80-84</td></tr><tr><td>B-</td><td>2,67</td><td>75-79</td></tr><tr><td>C+</td><td>2,33</td><td>70-74</td></tr><tr><td>C</td><td>2,0</td><td>65-69</td><td rowspan="4">Удовлетворительно</td></tr><tr><td>C-</td><td>1,67</td><td>60-64</td></tr><tr><td>D+</td><td>1,33</td><td>55-59</td></tr><tr><td>D</td><td>1,0</td><td>50-54</td></tr><tr><td>Fx</td><td>0,5</td><td>25-49</td><td rowspan="2">Неудовлетворительно</td></tr><tr><td>F</td><td>0</td><td>0-24</td></tr></table>				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	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	D	1,0	50-54	Fx	0,5	25-49	Неудовлетворительно	F	0	0-24
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																																																
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																																																	
D	1,0	50-54																																																	
Fx	0,5	25-49	Неудовлетворительно																																																
F	0	0-24																																																	
<table><tr><td colspan="2">Формативное и суммативное оценивание</td><td>Баллы % содержание</td></tr><tr><td colspan="2">Работа на практических занятиях</td><td>30</td></tr><tr><td colspan="2">Самостоятельная работа</td><td>30</td></tr><tr><td colspan="2">Итоговый контроль (экзамен)</td><td>40</td></tr><tr><td colspan="2">ИТОГО</td><td>100</td></tr></table>				Формативное и суммативное оценивание		Баллы % содержание	Работа на практических занятиях		30	Самостоятельная работа		30	Итоговый контроль (экзамен)		40	ИТОГО		100																																	
Формативное и суммативное оценивание		Баллы % содержание																																																	
Работа на практических занятиях		30																																																	
Самостоятельная работа		30																																																	
Итоговый контроль (экзамен)		40																																																	
ИТОГО		100																																																	
Календарь (график) реализации содержания дисциплины. Методы преподавания и обучения.																																																			
Неделя	Название темы		Кол-во часов	Макс. балл																																															
МОДУЛЬ 1 - Редактирование генома. Эволюция методов редактирования геномов.																																																			
1	Л 1. 1 Редактирование генома. Цели и задачи технологии редактирования генома. Эволюция методов редактирования генома.		1																																																
	Семинар 1. Развитие, значение и область применения технологии редактирования генома.		2	7																																															
2	Л 2. Индуцированный мутагенез под действием физических и химических агентов.		1																																																
	СЗ 2. Спонтанные мутации, вызываемые нарушениями различных биологических процессов (репликация ДНК, репарация ДНК, генетическая рекомбинация).		2	7																																															
	СРДП 1. Консультация по выполнению СРД 1		1																																																
3	Л 3. Индуцированная полиплоидия		1																																																
	СЗ 3. Синонимичные и несинонимичные замены. Структура и функции генов и белков. Мутации. Нуклеотидные замены. Транзиции и трансверсии		2	7																																															
	СРД 1. Эволюция нуклеотидной последовательности. Индуцированный мутагенез.		2	25																																															
4	Л 4. Редактирование геномов с помощью химерных олигонуклеотидов		1																																																
	СЗ 4. Организация геномов различных групп организмов. Содержание геномов, принципы геномики и протеомики. Исследование механизмов изменения геномов.		2	7																																															
5	Л 5. Двучепочные разрывы в ДНК и редактирование геномов с помощью мегануклеаз		1																																																
	СЗ 5. Сравнение методов редактирования геномов с помощью олиго- и мегануклеаз.		2	7																																															
МОДУЛЬ 2 – Технологии редактирования генома.																																																			
6	Л 6. Редактирование геномов с помощью ZFN и TALEN.		1																																																
	СЗ 6. Сравнение генно-инженерных методов и технологии редактирования генома.		2	8																																															
	СРДП 2. Консультация по выполнению СРД 2		1																																																
7	Л 7. Редактирование геномов с помощью искусственных молекулярных «ножниц» ARCUT.		1																																																
	СЗ 7. Применение искусственных молекулярных ножниц ARCUT.		2	7																																															

	СРД 2. Биоинформатика. Анализ генетических последовательностей.	2	25
Рубежный контроль 1			100
8	Л 8. CRISPR/Cas системы прокариот. Принцип технологии редактирования генома CRISPR Cas. Преимущества технологии CRISPR/Cas.	1	
	СЗ 8. Редактирование геномов с помощью CRISPR/Cas технологии. Формы доставки компонентов CRISPR/Cas в живые клетки	2	7
	СРДП 3. Консультации по выполнению СРД 3	1	
9	Л 9. Белки Cas, используемые в протоколах редактирования геномов. Формы доставки компонентов CRISPR/Cas в живые клетки. Белки Cas производства New England Biolabs.	1	
	СЗ 9. Решения New England Biolabs для подготовки различных форм компонентов системы CRISPR/Cas.	2	7
	СРД 3. Коллоквиум (тест, проект, эссе). Тема: Редактирование генома и биомедицинские клеточные продукты: современное состояние, безопасность и эффективность.	2	15
10	Л 10. Способы доставки компонентов CRISPR/Cas в живые системы. Методы анализа результатов редактирования геномов.	1	
	СЗ 10. Дизайн эксперимента по геномному редактированию CRISPR/Cas. Примеры использования продукции New England Biolabs для CRISPR/Cas.	2	7
	СРДП 4. Консультация по выполнению СРД 4.	1	
МОДУЛЬ 3 - Генная терапия — совокупность биотехнологических и медицинских методов.			
11	Л 11. Гены сельскохозяйственных растений, модифицированные с помощью системы CRISPR/Cas.	1	
	СЗ 11. Исследования по редактированию генома растений, в которых использована система CRISPR/Cas.	2	6
	СРД 4. CRISPR/Cas технологии в редактировании генома.	2	15
12	Л12. Модификация генома растений с использованием CRISPR/Cas нокаута генов.	1	
	СЗ 12. Модификации с использованием нокаута генов для улучшения устойчивости и урожайности сельскохозяйственных растений.	2	7
	СРДП 5. Консультация по выполнению СРД 5.	1	
13	Л 13. Модификация генома млекопитающих системой CRISPR/Cas9.	1	
	СЗ 13. Создание трансгенных животных с использованием системы CRISPR/Cas9	2	7
14	Л 14. Методы секвенирования ДНК. Сравнительная характеристика NGS и NNGS секвенирования.	1	
	СЗ 14. Методы секвенирования NGS и NNGS.	2	7
	СРД 5 Коллоквиум (контрольная работа).	1	15
15	Л 15. Перспективы применения методов редактирования генома в генной терапии при лечении заболеваний человека.	1	
	СЗ 15. Новые рекомендации по редактированию генома человека в целях улучшения показателей здоровья населения.	2	7
	СРДП 6. Консультация по итоговому экзамену	1	
Рубежный контроль 2			100
Итоговый контроль (экзамен)			100
ИТОГО за дисциплину			100

Декан _____ Курманбаева М.С.

Председатель Академического

Комитета по качеству

преподавания и обучения _____ Бактыбаева Л.К.

Заведующий кафедрой _____ Жунусбаева Ж.К.

Лектор _____ Амирова А.К.

РУБРИКАТОР СУММАТИВНОГО ОЦЕНИВАНИЯ
КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Пример 1. Письменное задание «СРД 1. Эволюция нуклеотидной последовательности. Индуцированный мутагенез» (25% от 100% РК)

Критерий	«Отлично» 20-25 %	«Хорошо» 15-20%	«Удовлетворительно» 10-15%	«Неудовлетворительно» 1-10%	«Неудовлетворительно» 0%
Понимание цели, задач дисциплины, достижений и перспектив развития в данной области науки.	Глубокое понимание цели, задачи, концепций и истории развития науки в области данной дисциплины. Предоставляются соответствующие и релевантные ссылки (цитаты) на ключевые источники.	Понимание теорий, принципов и методов, используемых в области данной науки. Предоставляются ссылки (цитаты) на ключевые источники.	Ограниченное понимание цели, задачи и методов, используемых в области данной науки. Предоставляются ограниченные ссылки (цитаты) на ключевые источники.	Поверхностное понимание цели, задачи и достижений науки в данной области. Не предоставляются соответствующие ссылки (цитаты) на ключевые источники.	Не выполнение письменного задания / отсутствие понимания темы.
Осознание ключевых понятий и взаимосвязь данной науки с другими областями науки	Хорошо понимает теорий, принципы и методы, ключевые понятия и роль индуцированного мутагенеза в эволюции живых систем, взаимосвязь технологии геномного редактирования с другими отраслями науки. Отличное обоснование аргументов доказательствами теоретического и эмпирического исследования	Связывает концепций, теорий и методы в данной области с другими отраслями науки. Подкрепляет аргументы доказательствами теоретического и эмпирического исследования.	Ограниченная связь теорий, концепций и методы в данной области науки с другими. Ограниченное использование доказательств теоретического и эмпирического исследования.	Незначительная или отсутствуют связь теорий и концепций в данной области с другими отраслями науки. Мало или вообще не использует результаты теоретических и эмпирических исследований.	Не выполнение письменного задания / отсутствие понимания темы.
Определение возможности и перспективы применения методов в данной области науки / предложения	Определяет возможности и перспективы использования методов в данной области науки.	Дает оценку некоторым методам, применяемым в данной области науки.	Ограничивается оценкой некоторых применяемых методов. Знания неглубокие и анализ возможностей применения методов не достаточны.	Мало знает о перспективах применения методов в данной области науки, рекомендации очень низкого качества.	Не выполнение письменного задания / отсутствие понимания темы.
Письмо, АРА- стиль	Письмо демонстрирует ясность, лаконичность и правильность. Строго следует АРА- стилю.	Письмо демонстрирует ясность, лаконичность и корректность. В основном следует АРА стилю.	В письме есть некоторые ключевые ошибки, и ясность нуждается в улучшении. Есть ошибки в следовании АРА- стилю.	Написанное неясно, трудно следовать за содержанием. Много ошибок в следовании АРА- стилю.	Не выполнение письменного задания/ отсутствие понимания темы.

Пример 2. Групповая презентация «Биоинформатика. Анализ генетических последовательностей» (30% от 100% РК)

Критерий	«Отлично» 25-30%	«Хорошо» 20-20%	«Удовлетворительно» 15-20%	«Неудовлетворительно» 1– 15%	«Неудовлетворительно» 0%
Понимание теорий, концепций и технологий, используемых в области генной инженерии.	Глубокое понимание теорий, концепций и технологий, используемых в области генной инженерии.	Понимание теорий, концепций и технологий, используемых в области генной инженерии.	Ограниченное понимание теорий, концепций и технологий, используемых в области генной инженерии.	Поверхностное понимание теорий, концепций и технологий, используемых в области генной инженерии.	Не выполнение задания / отсутствие понимания темы.
Осведомленность о современных методах анализа генома и конструирования рекомбинантной ДНК.	Отличное знание методов анализа генетических последовательностей.	Присутствует осведомленность о методах анализа генетических последовательностей. Анализ аргументирован и подкреплён доказательствами теоретических и практических исследований.	Ограниченная осведомленность о методах анализ генетических последовательностей. Ограниченный анализ темы, слабо подкреплён доказательствами теоретического и практических исследований	Незначительное осведомленность о методах анализа генетических последовательностей. Мало теоретических и практических исследования.	Не выполнение задания / отсутствие понимания темы.
Пилотное исследование	Отличное использование результатов пилотных исследований в презентации	Хорошее использование результатов пилотных исследований в презентации.	Удовлетворительное использование результатов пилотных исследований в презентации.	Плохое использование результатов пилотных исследований в презентации.	Не выполнение задания / отсутствие понимания темы.
Определение области практического применения/рекомендаций	Очень хорошо владеет методами биоинформатики и анализа генетических последовательностей и способен применять свои знания на практике.	Хорошо владеет некоторыми методами и может использовать их на практике.	Ограниченные знания о методах генетической инженерии, применяемых на практике.	Мало знает о методах генетической инженерии, применяемых на практике.	Не выполнение задания/ отсутствие понимания темы.
Презентация, командная работа	Отличная, привлекательная презентация, отличное качество визуальных эффектов, слайдов, материалов, отличная командная работа.	Хорошая вовлеченность, хорошее качество визуальных эффектов, слайдов или других материалов, хороший уровень командной работы.	Удовлетворительный уровень вовлеченности, удовлетворительное качество материалов, удовлетворительный уровень командной работы.	Низкий уровень вовлеченности, низкое качество материалов, плохой уровень командной работы.	Отсутствие презентации и выступления.

Декан _____ Курманбаева М.С.

Председатель Академического
Комитета по качеству
преподавания и обучения _____ Бактыбаева Л.К.

Заведующий кафедрой _____ Жунусбаева Ж.К.

Лектор _____ Амирова А.К.