КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. АЛЬ-ФАРАБИ
Физико-технический факультет
Кафедра физики твердого тела и новых материалов

УТВЕРЖДАЮ
Декан физико-технического факультета, профессор
_____ Бейсен Н.А.
от «23» 06. 2025 г. протокол № 11

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ «МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭНЕРГИИ»

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ПРОГРАММА

«8D071100 Материаловедение и технология новых материалов»

Курс -1
Семестр -
Количество кредитов - 5
Отделение – полиязычное
Лекция – 1,7
Лабораторное занятие - 3,3

Алматы 2025 г.

СИЛЛАБУС
Осенний семестр 2025 -2026 учебного года
Образовательная программа «8D071100 Материаловедение и технология новых материалов»

ID и наименование дисциплины	Самостоятельная работа обучающегося (СРО)	Кол-во кредитов			Общее кол-во кредитов	Самостоятельная работа обучающегося под руководством преподавателя (СРОП)
		Лекции (Л)	Практ. занятия (ПЗ)	Лаб. занятия (ЛЗ)		
105749 Материалы для преобразования солнечной энергии	5	1,7	3,3		5	7

АКАДЕМИЧЕСКАЯ ИНФОРМАЦИЯ О ДИСЦИПЛИНЕ

Формат обучения	Цикл, модуль компонент	Типы лекций	Типы практических занятий	Форма и платформа итогового контроля
Аудиторный	Выборочный компонент	Оффлайн	Оффлайн	Офлайн письменный
Лектор - (ы)	Мархабаева Айымкул Алихановна			
e-mail:	ayymkul@kaznu.kz			
Телефон:	8701 777 48 53			
Ассистент- (ы)	Мархабаева Айымкул Алихановна			
e-mail:	ayymkul@kaznu.kz			
Телефон:	8701 777 48 53			

АКАДЕМИЧЕСКАЯ ПРЕЗЕНТАЦИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины	Ожидаемые результаты обучения (РО)*	Индикаторы достижения РО (ИД)
Формирование у докторантов глубоких знаний о материалах и технологиях солнечной энергетики, развитие навыков критического анализа научных статей, планирования и выполнения экспериментальных исследований, подготовки собственных научных предложений.	1. Анализировать фундаментальные принципы солнечной энергетики и материаловедения	1.1 Знает: спектр солнечного излучения и требования к ширине запрещённой зоны материалов. 1.2 Умеет: сравнивать свойства различных классов материалов (Si, оксиды, перовскиты, 2D-структуры). 1.3 Владеет: методами анализа научных источников для оценки эффективности материалов.
	2. Применять методы синтеза и модификации наноструктурированных материалов для солнечной энергетики	2.1 Знает: основные методы синтеза (гидротермальный, сол-гель, ALD, напыление) и модификации (плазменная обработка, легирование). 2.2 Умеет: составлять экспериментальный план по синтезу и модификации фотоанодов/фотокатодов. 2.3 Владеет: практическими навыками синтеза и модификации наноструктурированных материалов.
	3. Использовать современные методы исследования для оценки структурных, оптических и электрохимических свойств материалов	3.1 Знает: принципы работы методов XRD, Raman, XPS, UV–Vis, LSV, EIS. 3.2 Умеет: интерпретировать экспериментальные данные и связывать их с PEC-свойствами. 3.3 Владеет: программами обработки данных (Origin, Jade и др.) для анализа характеристик материалов.
	4. Критически оценивать научные публикации и формулировать собственные исследовательские гипотезы	4.1 Знает: современное состояние исследований в области солнечной энергетики.

		4.2 Умеет: выделять сильные и слабые стороны научных публикаций. 4.3 Владеет: навыками подготовки критических обзоров и формулирования исследовательских гипотез.
	5. Разрабатывать и представлять исследовательские проекты в области солнечной энергетики	5.1 Знает: структуру и требования грантовых заявок (Horizon Europe, MSCA, национальные гранты). 5.2 Умеет: разрабатывать проектное предложение в формате исследовательской заявки. 5.3. Владеет: навыками устной защиты и презентации исследовательских проектов.
Пререквизиты	Физика твердого тела. Оптика.	
Постреквизиты		
Учебные ресурсы	**Литература:** основная, дополнительная. 1. Grätzel, M. (2001). Dye-sensitized solar cells. Nature, 414(6861), 338–344. https://doi.org/10.1038/35104607 2. Fujishima, A., & Honda, K. (1972). Electrochemical photolysis of water at a semiconductor electrode. Nature, 238(5358), 37–38. https://doi.org/10.1038/238037a0 3. Hisatomi, T., Kubota, J., & Domen, K. (2014). Recent advances in semiconductors for photocatalytic and photoelectrochemical water splitting. Chemical Society Reviews, 43(22), 7520–7535. https://doi.org/10.1039/C3CS60378D 4. Qi, J., Yan, S., & Zou, Z. (2017). Photocatalytic hydrogen generation from water splitting on semiconductors. Physical Chemistry Chemical Physics, 19(6), 7497–7506. https://doi.org/10.1039/C6CP07934G 5. Li, X., Yu, J., Low, J., Fang, Y., Xiao, J., & Chen, X. (2015). Engineering heterogeneous semiconductors for solar water splitting. Journal of Materials Chemistry A, 3(6), 2485–2534. https://doi.org/10.1039/C4TA04461D 6. Segev, G., Katan, C., & Even, J. (2021). Trends in solar energy materials research: Perovskites and beyond. Advanced Energy Materials, 11(16), 2003840. https://doi.org/10.1002/aenm.202003840 7. Green, M. A., Dunlop, E. D., Hohl-Ebinger, J., Yoshita, M., Kopidakis, N., & Hao, X. (2024). Solar cell efficiency tables (Version 64). Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 32(1), 3–22. https://doi.org/10.1002/pip.3702 **Исследовательская инфраструктура** Национальная Нанотехнологическая лаборатория открытого типа **Профессиональные научные базы данных** 1. Web of Science (Clarivate Analytics) – междисциплинарная реферативная база данных с высокорейтинговыми журналами (Q1–Q4). 2. Scopus (Elsevier) – крупнейшая база данных рецензируемых публикаций с метриками цитирования (h-index, CiteScore, SJR). 3. ScienceDirect (Elsevier) – полнотекстовая база с доступом к журналам Applied Surface Science, Journal of Materials Chemistry A, Electrochimica Acta и др. 4. SpringerLink (Springer Nature) – журналы и книги по материалам, нанотехнологиям, возобновляемой энергетике. 5. Wiley Online Library – ведущие журналы в области материаловедения и энергетики (Advanced Energy Materials, Small, Solar RRL). 6. ACS Publications (American Chemical Society) – журналы ACS Catalysis, Journal of Physical Chemistry C, ACS Energy Letters. 7. RSC Publishing (Royal Society of Chemistry) – журналы Energy & Environmental Science, Journal of Materials Chemistry A, Nanoscale. 8. IEEE Xplore Digital Library – статьи по нанотехнологиям, электронным устройствам, фотовольтаике. 9. arXiv.org – открытый архив препринтов (физика, материалы, энергетика). 10. Google Scholar – универсальный поисковик для академической литературы (дополняет специализированные базы). **Интернет-ресурсы** (не менее 3-5) 1. http://elibrary.kaznu.kz/ru 2. International Energy Agency (IEA) – статистика и прогнозы по возобновляемым источникам энергии https://www.iea.org 3. U.S. Department of Energy – Office of Energy Efficiency and Renewable Energy (EERE) – материалы по солнечной энергетике, водородной экономике https://www.energy.gov/eere	

	4. National Renewable Energy Laboratory (NREL, USA) – исследования в области солнечных материалов и технологий, база данных по солнечным элементам https://www.nrel.gov 5. European Commission – Horizon Europe / Clean Energy Transition – грантовые программы и дорожные карты по солнечной энергетике https://ec.europa.eu/info/horizon-europe 6. Materials Project (Lawrence Berkeley National Lab) – открытая база данных материалов, расчёты DFT для энергетических применений https://materialsproject.org 7. Solar Energy Industries Association (SEIA) – аналитика и отчёты по развитию солнечной энергетики https://www.seia.org

Академическая политика дисциплины	Академическая политика дисциплины определяется Академической политикой и Политикой академической честности КазНУ имени аль-Фараби. 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 «Правила проведения итогового контроля», «Инструкции для проведения итогового контроля осеннего/весеннего семестра текущего учебного года», «Положение о проверке текстовых документов обучающихся на наличие заимствований». 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 обучающихся 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 8 701 777 48 53/e-mail *aiko.marx87@gmail.com* либо посредством видеосвязи в MS Teams *https://teams.microsoft.com/l/team/19%3aEJJqwli4tHzgbKem46BAuTIENIVo7n2At5xZOVjxZhk1%40thread.tacv2/conversations?groupId=f39c7c30-d180-4b4b-8530-b357683bed3b&tenantId=b0ab71a5-75b1-4d65-81f7-f479b4978d7b* **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

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

Методы оценивания

Критериальное оценивание – процесс соотнесения реально достигнутых результатов обучения с ожидаемыми результатами обучения на основе четко выработанных критериев. Основано на формативном и суммативном оценивании.

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.

				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.
B	3,0	80-84		**Формативное и суммативное оценивание** / **Баллы % содержание**
B-	2,67	75-79		Активность на лекциях / 0
C+	2,33	70-74		Работа на практических занятиях / 25
C	2,0	65-69	Удовлетворительно	Самостоятельная работа / 25
C-	1,67	60-64		Проектная и творческая деятельность / 10
D+	1,33	55-59		Итоговый контроль (экзамен) / 40
D	1,0	50-54		ИТОГО / 100
FX	0,5	25-49	Неудовлетворительно	
F	0	0-24		

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

Неделя	Название темы	Кол-во часов	Макс. балл
	МОДУЛЬ 1 Фундаментальные основы и материалы солнечной энергетики		
1	**Л 1.** Глобальные вызовы энергетики и роль солнечных технологий.	1	
	Семинар 1. Измерение и анализ эффективности преобразования падающих фотонов в ток (IPCE/EQE) для фотоэлектродов	2	
2	**Л 2.** Фундаментальные свойства полупроводников (Eg, уровни Ферми, работа выхода).	1	
	СЗ 2. Обучение работе на FTIR Cary 630: регистрация ИК-спектров наноматериалов, интерпретация полос поглощения.	2	
3	**Л 3.** Классы материалов для солнечной энергетики: Si, оксиды, перовскиты, TMD.	1	
	СЗ 3. Обучение работе на FTIR Cary 630: регистрация ИК-спектров наноматериалов, интерпретация полос поглощения.	2	
	СРОП 1. Консультации по выполнению **СРО 1**	1	
4	**Л 4.** Фотофизика и механизмы разделения зарядов.	1	
	СЗ 4. Практика на Cary 5000 (UV-Vis-NIR) измерение спектров поглощения и пропускание, обработка данных (нормализация, определение ширины запрещённой зоны, анализ дефектных полос).	2	10
	СРО 1. Подготовка эссе «Перспективы солнечной энергетики в Казахстане и мире».	1	15
5	**Л 5.** Солнечный спектр и принципы преобразования энергии.	1	
	СЗ 5. Практика на Cary 5000 (UV-Vis-NIR) измерение спектров поглощения и пропускание, обработка данных (нормализация, определение ширины запрещённой зоны, анализ дефектных полос).	2	10
	СРОП 2 Консультации по выполнению **СРО 2**	1	
	МОДУЛЬ 2 Методы синтеза и исследования материалов		
6	**Л 6.** Методы синтеза наноструктур (гидротермальный, сол-гель, CVD, ALD).	1	
	СЗ 6. Практика на Cary 5000 (UV-Vis-NIR) измерение спектров диффузного отражения, обработка данных (нормализация, определение ширины запрещённой зоны, анализ дефектных полос).	2	10
	СРО 2. Подготовка мини-обзор статьи по выбранным темам	1	15
7	**Л 7.** Поверхностная инженерия: плазма, легирование, гетероструктуры	1	
	СЗ 7. Диффузное отражение и соотношение Кубелки–Мунка (DRS метод):	2	10
	СРОП 3 Консультации по выполнению **СРО 3**	1	
8	**Л 8.** Методы структурного анализа (XRD, SEM, TEM, Raman).	1	
	СЗ 8. Диффузное отражение и соотношение Кубелки–Мунка (DRS метод):	2	10
	СРО 3. Конспект классической статьи (Fujishima & Honda, 1972; Grätzel, 2001).	1	10
	Коллоквиум	2	10
Рубежный контроль 1			**100**
9	**Л 9.** Оптические методы исследования (UV–Vis, PL, UPS, XPS).	1	
	СЗ 9. Практика на Cary Eclipse (Fluorescence): измерение спектров фотолюминесценции, обработка данных	2	7
	СРОП 4. Консультация по выполнению **СРО 4.**	1	
10	**Л 10.** Электрохимические методы исследования (LSV, Tafel, EIS, Mott–Schottky).	1	
	СЗ 10. Практика на Cary Eclipse (Fluorescence): измерение спектров фотолюминесценции, обработка данных	2	8

	СРО 4. Решение задач по обработке данных (пример: расчёт плотности доноров, Tafel slope).	1	15
11	**Л 11.** Фотовольтаика: кремниевые и тонкоплёночные солнечные элементы.	1	
	СЗ 11. Разбор экспериментальных протоколов (ZnO, TiO_2, WO_3).	2	7
	СРОП 5. Консультация по выполнению **СРО 5.**		
МОДУЛЬ 3 Современные направления и проектная работа			
12	**Л12.** Перовскитные и тандемные солнечные элементы.	1	
	СЗ 12. Интерпретация экспериментальных данных (Origin, Jade, CasaXPS).	2	8
	СРОП 6. Консультация по выполнению **СРО 5.**	1	15
13	**Л 13.** Фотоэлектрохимическое водное расщепление: материалы и катализаторы.	1	
	СЗ 13. Критический анализ статей (ACS Catalysis, Applied Surface Science).	2	7
	СРОП 7. Консультация по выполнению **СРО 5.**		
14	**Л 14.** Стабильность и деградация солнечных материалов.	1	
	СЗ 14. Расчет концентрации носителей зарядов из данных EIS (Electrochemical Impedance spectroscopy)	2	8
	СРО 5 Мини-отчёт (2–3 страницы) с графиком IPCE(λ), интерпретацией и сравнением для 2 разных материалов.		
15	**Л 15.** Перспективы и научные тренды: 2D-материалы, зелёный водород, «умные города».	1	
	СЗ 15. EIS (Electrochemical Impedance spectroscopy)	2	5
	Коллоквиум		20
Рубежный контроль 2			**100**
Итоговый контроль (экзамен)			**100**
ИТОГО за дисциплину			**100**

Декан _____ **Бейсен Н.Ә.**

Председатель Академического комитета по качеству преподавания и обучения _____ **Нурмуханова А.З.**

Заведующий кафедрой _____ **Мухаметкаримов Е.С.**

Лектор _____ **Мархабаева А.А.**

РУБРИКАТОР СУММАТИВНОГО ОЦЕНИВАНИЯ

КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ

Название задания СРО 1. Мини-отчёт (2–3 стр.) с графиком IPCE(λ), интерпретацией и сравнением для 2 разных материалов (25% от РК)

Критерий	Отлично (20–25%)	Хорошо (15–20%)	Удовлетворительно (10–15%)	Неудовлетворительно (0–10%)
Корректность построения IPCE-графика	Полный и правильный график, учтены все параметры	График построен, незначительные ошибки	График неполный, допущены методологические ошибки	График отсутствует или полностью неверный
Интерпретация результатов	Глубокий анализ, сравнение 2 материалов с объяснением	Анализ проведён, сравнение ограниченное	Анализ поверхностный, без объяснения различий	Интерпретации нет
Оформление отчёта	Структурировано, без ошибок, стиль академический	Есть мелкие недочёты	Много неточностей, оформление слабое	Нет структуры, много ошибок

СРО 2. Эссе «Перспективы солнечной энергетики в Казахстане и мире»

Критерий	Отлично (20–25%)	Хорошо (15–20%)	Удовлетворительно (10–15%)
Глубина анализа литературы	Привлечены современные источники, сделан глубокий обзор	Использованы несколько источников, анализ ограниченный	Использованы мало источников, поверхностный анализ
Оригинальность выводов	Выводы самостоятельные, с аргументацией	Частично самостоятельные выводы	Выводы шаблонные, без аргументации
Оформление эссе	Академический стиль, нет ошибок	Есть мелкие недочёты	Слабое оформление, много ошибок

СРО 3. Мини-обзор статьи по выбранным темам

Критерий	Отлично (20–25%)	Хорошо (15–20%)	Удовлетворительно (10–15%)
Понимание темы	Полное раскрытие темы, корректные формулировки	Тема раскрыта частично, есть неточности	Тема раскрыта поверхностно
Работа с литературой	Корректные ссылки на современные источники, критический анализ	Использованы только часть источников, анализ ограниченный	Ссылки редкие или отсутствуют, анализа нет
Структура обзора	Четкая структура, логика изложения	Структура есть, но с недочётами	Структура отсутствует, хаотичное изложение

СРО 4. Конспект классической статьи (Fujishima & Honda, 1972; Grätzel, 2001)

Критерий	Отлично (20–25%)	Хорошо (15–20%)	Удовлетворительно (10–15%)
Полнота изложения	Все ключевые идеи отражены, акценты сделаны верно	Основные идеи отражены, часть информации опущена	Ключевые идеи раскрыты слабо
Понимание материала	Корректное понимание, есть аналитические замечания	Частично корректное понимание	Много ошибок в понимании
Оформление конспекта	Аккуратное оформление, соответствие требованиям	Есть мелкие недочёты	Слабое оформление, много ошибок

СРО 5. Решение задач по обработке данных (Tafel slope, плотность доноров и др.)

Критерий	Отлично (20–25%)	Хорошо (15–20%)	Удовлетворительно (10–15%)
Правильность расчётов	Все расчёты корректны, нет ошибок	Есть незначительные ошибки в расчетах	Много ошибок, результаты неверные
Построение графиков	Графики построены правильно, с подписями	Графики есть, но с недочётами	Графики отсутствуют или построены неверно
Интерпретация результатов	Выводы корректны, аргументированы	Выводы частично верны	Выводов нет или они неверные
Оформление работы	Стиль академический, аккуратно оформлено	Есть мелкие недочёты	Слабое оформление, много ошибок