

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования



**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по образовательной
деятельности

 А.Б. Петроченков

« 04 » сентября 20 23 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина: Иностранный язык в профессиональной сфере
(наименование)

Форма обучения: очная
(очная/очно-заочная/заочная)

Уровень высшего образования: магистратура
(бакалавриат/специалитет/магистратура)

Общая трудоёмкость: 72 (2)
(часы (ЗЕ))

Направление подготовки: 15.04.02 Технологические машины и оборудование
(код и наименование направления)

Направленность: Машины, аппараты химических производств и
нефтегазопереработки
(наименование образовательной программы)

1. Общие положения

1.1. Цели и задачи дисциплины

Формирование способности применять современные коммуникативные технологии на иностранном языке для академического и профессионального взаимодействия (УК-4)

1.2. Изучаемые объекты дисциплины

- научная и профессиональная терминология;
- диалогическая и монологическая речь в сфере профессиональной коммуникации;
- научные и профессионально-ориентированные тексты;
- методы и приемы анализа и систематизации информации и представление результатов в виде аннотаций, резюме, тезисов, презентаций и т.д.;

1.3. Входные требования

Требования к предметным результатам освоения курсов «Профессиональный иностранный язык» основной образовательной программы высшего образования по направлению подготовки 15.04.02 Технологические машины и оборудование

2. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
УК-4	ИД-1УК-4.	Знает <ul style="list-style-type: none">• практические приёмы письменного перевода профессионально-ориентированных текстов;• методы и приемы поиска, анализа и систематизации информации	Знает виды и средства современных коммуникативных технологий; правила и возможности применения коммуникативных технологий в условиях академического и профессионального взаимодействия на русском и иностранном языках.	Зачет

Компетенция	Индекс индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (знать, уметь, владеть)	Индикатор достижения компетенции, с которым соотнесены планируемые результаты обучения	Средства оценки
УК-4	ИД-2УК-4.	<p>Умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> представлять результаты научной и профессиональной деятельности на иностранном языке в виде аннотаций, резюме, тезисов, презентаций. анализировать, создавать и переводить профессионально-ориентированные тексты; 	<p>Умеет использовать коммуникативные технологии для поиска, обмена информацией и установления профессиональных контактов; представлять результаты научной и профессиональной деятельности на русском и иностранном языках; участвовать в академических и профессиональных дискуссиях; анализировать, создавать и редактировать и переводить научные и профессионально-ориентированные тексты.</p>	Зачет
УК-4	ИД-3УК-4.	<p>Владеет</p> <ul style="list-style-type: none"> научной и профессиональной терминологией навыками работы с информационно-поисковыми системами. 	<p>Владеет навыками академического и профессионального взаимодействия; научной и профессиональной терминологией; навыками работы с информационно-поисковыми системами.</p>	Индивидуальное задание

3. Объем и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Распределение по семестрам в часах	
		Номер семестра	
		1	2
1. Проведение учебных занятий (включая проведение текущего контроля успеваемости) в форме:	36	36	
1.1. Контактная аудиторная работа, из них:			
- лекции (Л)			
- лабораторные работы (ЛР)			
- практические занятия, семинары и (или) другие виды занятий семинарского типа (ПЗ)	34	34	
- контроль самостоятельной работы (КСР)	2	2	
- контрольная работа			
1.2. Самостоятельная работа студентов (СРС)	36	36	
2. Промежуточная аттестация			
Экзамен			
Дифференцированный зачет			
Зачет	9	9	
Курсовой проект (КП)			
Курсовая работа (КР)			
Общая трудоемкость дисциплины	72	72	

4. Содержание дисциплины

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
2-й семестр				
Раздел 1. Развитие научного направления	0	0	0	0
Развитие научного направления				
Тема 1. Научно-исследовательская деятельность магистратуре.	0	0	4	4
Чтение, перевод и анализ профессионально-ориентированных текстов. Участие в профессиональной дискуссии «Молодой специалист в России и за рубежом». Проблемы переводимости/непереводимости. Монологическое и диалогическое высказывание о целях, задачах научной и профессиональной деятельности. Изучение общенаучной и специальной лексики, грамматики, обеспечивающей профессиональную коммуникацию.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Тема 2. Перспективы научного направления	0	0	4	4
Чтение, перевод и анализ профессионально-ориентированных текстов. Лексические и грамматические трансформации. Монологическое и диалогическое высказывание о перспективах научной и профессиональной деятельности. Отработка практических навыков по отстаиванию своей точки зрения и по оспариванию предлагаемой точки зрения. Изучение общенаучной и специальной лексики, грамматики, обеспечивающей профессиональную коммуникацию.				
Раздел 2. Научные исследования	0	0	0	0
Научные исследования				
Тема 3. Основные направления научных исследований.	0	0	4	4
Работа с информационно-поисковыми системами. Подготовка обзора разработки научного направления в России. Механизмы терминообразования и словообразования. Установление структурно-смысловых связей текста Адекватная передача содержания средствами родного языка. Группировка информации, ее обобщение и анализ				
Тема 4. Магистерская диссертация.	0	0	4	4
Структура научной публикации. Особенности магистерской диссертации. Изучение общенаучной и специальной лексики, грамматики, обеспечивающей профессиональную коммуникацию. Перевод. Адекватная передача содержания средствами родного языка. Понимание на слух аутентичной монологической и диалогической речи.				
Раздел 3. Научные исследования в Европе.	0	0	0	0
Научные исследования в Европе.				
Тема 5. Основные направления исследований в Европе.	0	0	4	4
Чтение, перевод и анализ профессионально-ориентированных текстов Установление структурно-смысловых связей текста. Группировка информации, ее обобщение и анализ. Отработка практических навыков защиты докладов в виде презентации.				
Тема 6. Основные научные центры Европы	0	0	4	4
Ознакомительное чтение. Определение основной идеи текста. Изучение особенностей научного стиля (тезисы). Отработка практических навыков поиска и реферирования научных статей.				

Наименование разделов дисциплины с кратким содержанием	Объем аудиторных занятий по видам в часах			Объем внеаудиторных занятий по видам в часах
	Л	ЛР	ПЗ	СРС
Раздел 4 Научные исследования в США, Китае Научные исследования в США, Китае	0	0	0	0
Тема 7. Основные направления исследований в США, Китае	0	0	6	6
Чтение, перевод и анализ профессионально-ориентированных текстов Определение основной идеи текста. Компрессия прочитанного. Изучение особенностей научного стиля (статья).				
Тема 8. Основные научные центры США, Китая	0	0	4	6
Чтение, перевод и анализ профессионально-ориентированных текстов Изучение особенностей научного стиля (аннотация, реферат).				
ИТОГО по 2-му семестру	0	0	34	36
ИТОГО по дисциплине	0	0	34	36

Тематика примерных практических занятий

№ п.п.	Наименование темы практического (семинарского) занятия
1	Цели, задачи научной и профессиональной деятельности
2	Перспективы научного направления
3	Обзор основных направлений научных исследований в России
4	Особенности магистерской диссертации
5	Обзор основных направлений исследований в Европе.
6	Обзор основных направлений исследований в США, Китае
7	Подготовка реферативного обзора двух научных статей по теме магистерской диссертации
8	Обсуждение реферативного обзора двух научных статей по теме магистерской диссертации

5. Организационно-педагогические условия

5.1. Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются проблемные области, формируются группы. При проведении практических занятий преследуются следующие цели: применение знаний отдельных дисциплин и креативных методов для решения проблем и принятия решений; отработка у обучающихся навыков командной работы, межличностных коммуникаций и развитие лидерских качеств; закрепление основ теоретических знаний.

При проведении учебных занятий используются групповые дискуссии, ролевые игры, тренинги и анализ ситуаций и имитационных моделей.

5.2. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на занятиях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

6. Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

6.1. Печатная учебно-методическая литература

№ п/п	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1. Основная литература		
1	Английский язык для инженеров : учебник для вузов / Т.Ю. Полякова [и др.]. - М.: Высш. шк., 2007.	27
2	Загрязкина Т. Ю. Французский язык для студентов естественно-научных и технических специальностей : учебное пособие для вузов / Т. Ю. Загрязкина, Л. С. Рудченко, Е. В. Глазова. - Москва: Гардарики, 2004.	68
3	Ханке К. Немецкий язык для инженеров : учебник для вузов / К. Ханке, Е. Л. Семёнова. - Москва: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010.	50
2. Дополнительная литература		
2.1. Учебные и научные издания		
1	Бонами Д. Английский язык для будущих инженеров : [учебное пособие] : пер. с англ. / Д. Бонами. - Москва: Высш. шк., 1994.	6
2	Бонами Д. Английский язык для будущих инженеров : учебное пособие : пер. с англ. / Д. Бонами. - М.: АСТ, Астрель, 2003.	1
3	Татаринов В. А. Учебник немецкого языка с основами научного перевода / В. А. Татаринов. - Москва: Моск. Лицей, 2001.	6
4	Французский язык : Практ. курс.: Продвинутый этап: Учеб. для вузов / М.И.Кроль, О.М.Степанова, М.В.Ефремова. - М.: ВЛАДОС, 2001.	4
2.2. Периодические издания		
	Не используется	
2.3. Нормативно-технические издания		
	Не используется	
3. Методические указания для студентов по освоению дисциплины		
	Не используется	
4. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента		
	Не используется	

6.2. Электронная учебно-методическая литература

Вид литературы	Наименование разработки	Ссылка на информационный ресурс	Доступность (сеть Интернет / локальная сеть; авторизованный / свободный доступ)
Дополнительная литература	Е. А. Алешугина Профессионально ориентированный английский язык для специалистов в области информационных технологий : Учебное пособие для вузов / Е. А. Алешугина, Д. А. Лошкарева. - Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный	http://elib.pstu.ru/Record/iprbooks85639	локальная сеть; свободный доступ
Дополнительная литература	Фролова Т. П. Обучение аннотированию научных статей на английском языке : учебно-методическое пособие / Пермский национальный исследовательский политехнический университет Т. П. Фролова. - Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2018	http://elib.pstu.ru/Record/RUPNRPUelib6166	локальная сеть; свободный доступ
Дополнительная литература	Чикилева Л. С. Английский язык для публичных выступлений : учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / Л. С. Чикилева. - Москва: Юрайт, 2017.	http://elib.pstu.ru/Record/RUPSTUbooks187840	локальная сеть; свободный доступ

6.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, используемое при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Вид ПО	Наименование ПО
Операционные системы	MS Windows 8.1 (подп. Azure Dev Tools for Teaching)
Офисные приложения.	Adobe Acrobat Reader DC. бесплатное ПО просмотра PDF
Офисные приложения.	Microsoft Office Professional 2007. лиц. 42661567

6.4. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

Наименование	Ссылка на информационный ресурс

Наименование	Ссылка на информационный ресурс
База данных Elsevier "Freedom Collection"	https://www.elsevier.com/
База данных Scopus	https://www.scopus.com/
База данных Springer Nature e-books	http://link.springer.com/ http://jwww.springerprotocols.com/ http://materials.springer.com/ http://zbmath.org/ http://npg.com/
База данных Web of Science	http://www.webofscience.com/
Научная библиотека Пермского национального исследовательского политехнического университета	http://lib.pstu.ru/
Электронно-библиотечная система Лань	https://e.lanbook.com/
Электронно-библиотечная система IPRbooks	http://www.iprbookshop.ru/
Информационные ресурсы Сети КонсультантПлюс	http://www.consultant.ru/

7. Материально-техническое обеспечение образовательного процесса по дисциплине

Вид занятий	Наименование необходимого основного оборудования и технических средств обучения	Количество единиц
Практическое занятие	Компьютер	1
Практическое занятие	Проектор	1

8. Фонд оценочных средств дисциплины

Описан в отдельном документе

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«Пермский национальный исследовательский
политехнический университет»**

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине
«Иностранный язык в профессиональной сфере»
Приложение к рабочей программе дисциплины

Направление подготовки:	15.04.02 Технологические машины и оборудование
Направленность (профиль) образовательной программы:	Машины, аппараты химических производств и нефтегазопереработки
Квалификация выпускника:	Магистр
Выпускающая кафедра:	Иностранные языки и связи с общественностью
Форма обучения:	Очная

Курс: 1

Семестр: 2

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:	2 ЗЕ
Часов по рабочему учебному плану:	72 ч.

Форма промежуточной аттестации:

Зачёт: 2 семестр

Пермь 2023

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине является частью (приложением) к рабочей программе дисциплины.

1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине, объекты оценивания и виды контроля

Согласно РПД освоение учебного материала дисциплины запланировано в течение одного семестра (2-го семестра учебного плана) и разбито на 2 учебных модуля. В каждом модуле предусмотрены аудиторские практические занятия, а также самостоятельная работа студентов. В рамках освоения учебного материала дисциплины формируются компоненты компетенций *знать, уметь, владеть*, указанные в РПД, которые выступают в качестве контролируемых результатов обучения по дисциплине (табл. 1.1).

Контроль уровня усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений осуществляется в рамках текущего, рубежного и промежуточного контроля и зачетов. Виды контроля сведены в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Перечень контролируемых результатов обучения по дисциплине

Контролируемые результаты обучения по дисциплине (ЗУВы)	Вид контроля					
	Текущий		Рубежный		Итоговый	
	С	ТО	КЗ	Т/КР	Диф.зачет	Зачёт
Усвоенные знания						
З.1 Знает практические приёмы письменного перевода профессионально-ориентированных текстов; • методы и приемы поиска, анализа и систематизации информации	С					ТВ
Освоенные умения						
У.1 Умеет представлять результаты научной и профессиональной деятельности на иностранном языке в виде аннотаций, резюме, тезисов, презентаций. анализировать, создавать и переводить профессионально-ориентированные тексты;				КР		ПЗ
Приобретенные владения						
В.1 Владеет научной и профессиональной терминологией, навыками работы с информационно-поисковыми системами.				КР		КЗ

С – собеседование по теме; ТО – коллоквиум (теоретический опрос); КЗ – кейс-задача (индивидуальное задание); ОЛР – отчет по лабораторной работе; Т/КР – рубежное тестирование (контрольная работа); ТВ – теоретический вопрос; ПЗ – практическое задание; КЗ – комплексное задание дифференцированного зачета.

Итоговой оценкой достижения результатов обучения по дисциплине является промежуточная аттестация в виде зачета, проводимая с учётом результатов текущего и рубежного контроля.

2. Виды контроля, типовые контрольные задания и шкалы оценивания результатов обучения

2.1. Текущий контроль усвоения материала

Текущий контроль в форме собеседования или выборочного теоретического опроса студентов проводится по каждой теме. Результаты по 4-балльной шкале

оценивания заносятся в книжку преподавателя и учитываются в виде интегральной оценки при проведении промежуточной аттестации.

2.2. Рубежный контроль

Рубежный контроль для комплексного оценивания усвоенных знаний, освоенных умений и приобретенных владений (табл. 1.1) проводится в форме рубежной контрольной работы после изучения каждого модуля учебной дисциплины.

2.2.1. Рубежная контрольная работа

Согласно РПД запланировано 2 рубежные контрольные работы (КР) после освоения студентами учебных модулей дисциплины. Первая КР по модулю 1 «Научные исследования в России», вторая КР – по модулю 2 «Научные исследования за рубежом».

Типовые задания первой КР:

1. Диктант на основе текстов из модуля 1;
2. Чтение и перевод профессионально-ориентированного текста.
3. Выполнение лексико-грамматических заданий после текста: вставить в предложения, пропущенные слова из предложенного списка; продолжить предложения из левого столбца, используя словосочетания из правого столбца

Типовые задания второй КР:

1. Перевод слов и словосочетания из модуля 2;
2. Чтение и перевод профессионально-ориентированного текста.
3. Выполнение лексико-грамматических заданий после текста: вставить в предложения, пропущенные слова из предложенного списка; продолжить предложения из левого столбца, используя словосочетания из правого столбца;
4. Составление аннотации текста.

Типовые шкала и критерии оценки результатов рубежной контрольной работы приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.3. Выполнение комплексного индивидуального задания на самостоятельную работу

Для оценивания навыков и опыта деятельности (владения), как результата обучения по дисциплине, не имеющей курсового проекта или работы, используется индивидуальное комплексное задание студенту.

Темы индивидуальных заданий

1. подготовка доклада и презентации на тему «Актуальные исследования по направлению подготовки».

Типовые шкала и критерии оценки результатов защиты индивидуального комплексного задания приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4. Промежуточная аттестация (итоговый контроль)

Допуск к промежуточной аттестации осуществляется по результатам текущего и рубежного контроля. Условиями допуска являются успешная сдача всех заданий и положительная интегральная оценка по результатам текущего и рубежного контроля.

2.4.1. Процедура промежуточной аттестации без дополнительного аттестационного испытания

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. Зачет по дисциплине основывается на результатах выполнения предыдущих индивидуальных заданий студента по данной дисциплине.

Критерии выведения итоговой оценки за компоненты компетенций при проведении промежуточной аттестации в виде зачета приведены в общей части ФОС образовательной программы.

2.4.2. Процедура промежуточной аттестации с проведением аттестационного испытания

В отдельных случаях (например, в случае переаттестации дисциплины) промежуточная аттестация в виде зачета по дисциплине может проводиться с проведением аттестационного испытания по билетам. Билет содержит теоретические вопросы (ТВ) для проверки усвоенных знаний, практические задания (ПЗ) для проверки освоенных умений и комплексные задания (КЗ) для контроля уровня приобретенных владений всех заявленных компетенций.

Билет формируется таким образом, чтобы в него попали вопросы и практические задания, контролирующие уровень сформированности *всех* заявленных компетенций.

2.4.2.1. Типовые вопросы и задания для зачета по дисциплине

Типовые вопросы для контроля усвоенных знаний:

1. Практические приёмы письменного перевода профессионально-ориентированных текстов;
2. Методы и приемы поиска, анализа и систематизации информации
3. Составление глоссария
4. Структура научной публикации

Типовые вопросы и практические задания для контроля освоенных умений:

1. Побеседовать о научных исследованиях по направлению подготовки;
2. Побеседовать о научно-исследовательской работе в магистратуре;
3. Подготовить аннотацию и реферат прочитанного текста.

Типовые комплексные задания для контроля приобретенных владений:

1. Представить обзор по прочитанным аутентичным статьям с опорой на презентацию.
2. Подготовить сообщение об известных научных и производственных центрах в России;
3. Подготовить сообщение об известных научных и производственных центрах зарубежом

2.4.2.2. Шкалы оценивания результатов обучения на зачете

Оценка результатов обучения по дисциплине в форме уровня сформированности компонентов *знать, уметь, владеть* заявленных компетенций проводится по 4-х балльной шкале оценивания.

Типовые шкала и критерии оценки результатов обучения при сдаче зачета для компонентов *знать, уметь и владеть* приведены в общей части ФОС образовательной программы.

3. Критерии оценивания уровня сформированности компонентов и компетенций

3.1. Оценка уровня сформированности компонентов компетенций

При оценке уровня сформированности компетенций в рамках выборочного контроля при зачете считается, что *полученная оценка за компонент проверяемой в билете компетенции обобщается на соответствующий компонент всех компетенций, формируемых в рамках данной учебной дисциплины.*

Общая оценка уровня сформированности всех компетенций проводится путем агрегирования оценок, полученных студентом за каждый компонент формируемых компетенций, с учетом результатов текущего и рубежного контроля в виде интегральной оценки по 4-х балльной шкале. Все результаты контроля заносятся в оценочный лист и заполняются преподавателем по итогам промежуточной аттестации.

Форма оценочного листа и требования к его заполнению приведены в общей части ФОС образовательной программы.

При формировании итоговой оценки промежуточной аттестации в виде зачета используются типовые критерии, приведенные в общей части ФОС образовательной программы.

Life cycle net energy assessment of sustainable H₂ production and hydrogenation of chemicals in a coupled photoelectrochemical device

A transition from fossil to renewable energy is urgently needed to alleviate the climate problem caused by greenhouse gases (GHG) emitted from fossil-fuel-based energy generation. However, many renewable energy generation technologies, such as wind turbines and photovoltaic panels, rely heavily on intermittent sources; the supply of energy, therefore, has an unavoidable mismatch with the global energy demand. To overcome this limitation, energy needs to be stored. One promising option is to utilize sunlight to produce green hydrogen via solar water splitting. The hydrogen can be re-used to generate energy when the demand is high, either for stationary applications, as a mobile transportation fuel, or as a feedstock for various chemical transformations. Over the past decade, research on solar water splitting devices has achieved significant progress in terms of the demonstrated solar-to-hydrogen (STH) efficiencies. The highest efficiencies (up to 30%[1](#)) have been demonstrated using an indirect approach of combining photovoltaic (PV) cells and electrolyzers. Efficiency values exceeding 10% have been reported for direct solar water splitting with an integrated photoelectrochemical (PEC) device that combines both light absorption and electrochemical conversion functionalities within a single unit[2,3](#). Such a configuration offers potential advantages over the indirect approach in terms of thermal coupling to improve the electrochemical reaction kinetics as well as the possibility to use cheaper and more abundant catalysts due to the 10–100× lower current densities[4](#).

Despite the impressive progress that has been made in this field, several techno-economic analyses (TEA) and net energy assessments (NEA) have indicated that the PEC approach is still not energetically and economically competitive for large-scale implementation. The levelized cost of hydrogen (LCOH) produced from PEC systems has been estimated to be ~10 USD/kg H₂, which is about an order of magnitude higher than that from steam methane reforming (~1.5 USD/kg H₂)[5](#). In terms of the energy demand, a large-scale PEC facility requires up to 214 MJ/kg H₂[6](#), which is >20 times higher than the energy required by coupling wind turbines and electrolyzers (9.1 MJ/kg H₂[7](#)) and exceeds the energy content of the hydrogen itself (120 MJ/kg H₂, based on the lower heating value). A potentially attractive solution to increase the competitiveness of PEC systems is by coupling hydrogen production with the synthesis of valuable chemicals in a single reactor[8,9](#). For example, instead of oxygen evolution, alternative oxidation reactions, such as the oxidation of 5-hydroxymethylfuran-2-carbaldehyde or the oxidation of sugars and lignocellulose, have been investigated[10](#). Alternatively, a hydrogenation catalyst (homogeneous or heterogeneous) can be introduced to the catholyte, so that H₂ generated at the cathode can be partially used in situ to hydrogenate, e.g., biomass-derived feedstocks into valuable chemicals. This co-generation approach offers a route toward achieving an LCOH that is competitive with the current market price of hydrogen and increases the overall economic feasibility of PEC technology. The net energy balance of such systems, however, has not yet been studied in depth.

In this study, the coupling of homogeneously catalyzed hydrogenation of itaconic acid (IA) to methyl succinic acid (MSA) with hydrogen production inside a PEC water splitting device is evaluated. IA has been identified by the US Department of Energy as one of the 12 building blocks that possess the potential to be transformed subsequently into several high-value bio-based chemicals or materials¹¹. MSA is a valuable chemical compound (with an estimated global market size of up to ~15,000 t—see Supplementary Note 1), whose derivatives are ubiquitously used as solvents in cosmetics¹², polymer synthesis¹³, binders in powder coatings¹⁴, and organic synthesis, especially for pharmaceutical synthesis^{15,16}. Hydrogenation of IA to produce MSA has been reported using hydrogenation catalysts in a conventional hydrogenation reactor at 25–150 °C and 1–140 bar H₂^{17,18,19,20}. The feasibility of our proposed coupled approach is investigated by conducting a net energy balance assessment under various parametric scenarios and comparing the results with the benchmark values for conventional MSA production. Using several NEA metrics, we quantify the benefits of the coupled approach for the energy-generating performance of a PEC water splitting device.

Considerations for PV installations: lessons for future development of solarpowered (photo-)electrolyzers

The primary purpose of photovoltaic installations is the harvesting of solar energy and its conversion to electricity that could then either be injected into a grid, used locally off-grid, or converted into another form of energy for storage. Sunlight is our largest energy source, ceaselessly providing ~120,000 TW of power to the Earth.[If we compare this with total global power consumption of ~18.1 TW in 2019,[56] there is enough power in ~1½ hours of sunlight to meet current demands for an entire year. Consequently, photovoltaics is the fastest growing renewable technology,[57] and will have a huge role in decarbonizing future economies.[58] The solar irradiance just outside the Earth's atmosphere (AM 0) is on average 1,370 W m⁻², varying by ±50 W m⁻² through the year due to the ellipticity of the Earth's orbit. Radiation undergoes absorption and scatter in the atmosphere and only a fraction reaches ground level. AM 1.0 is the irradiance at ground level when the light takes the shortest path through the Earth's air mass, which happens at a solar elevation of 90 °, when the sun is directly overhead; AM 1.5 corresponds to an elevation angle of 41.8 °. Radiation reaching us has two components: direct and diffuse. Diffuse radiation is that which undergoes scatter in the atmosphere, and hence takes an indirect route to the Earth's surface. The two components add up to what is known as 'global' radiation.[59] Both the direct and diffuse components can be predicted geometrically based on the sun's position in the sky, but do not account for cloud cover, which decreases the ratio between direct and diffuse radiation.[60–62] 17 Heat management aside, the PV output can be maximized by ensuring that the surface of the PV is normal to the impinging direct light. However, the optimal angle between solar rays and PV panels varies with time on daily and seasonal timescales. The daily variation is related to the elevation of the sun relative to the horizon, as it 'moves' from East to West across the sky. Seasonal variation is caused by the declination of the Earth's

equatorial plane relative to its orbital plane, meaning that the Southern and Northern hemispheres are closer to the sun at different times of the year. For example, the sketch in Figure 7 (a) shows why in the Northern hemisphere this seasonal variation results in greater elevation angles and more sun hours in the Summer, and hence more solar harvesting. Figure 7 (b) confirms that there is no single angle at which any surface, such as that of a PV or any other light gathering device, can be installed so as to harvest the maximal amount of light at all times of year. However, for fixed systems, the angle (relative to the horizon) can be optimized based on the latitude of the installation.[59,6

To maximize light harvesting, PV panels can be mounted on axially mobile platforms, which can change position about one or two axes, as shown schematically in Figure 8. It should be noted that the representations in Figure 8 (b) and (c) somewhat simplify the concept, because trackers can come in many varieties and employ different modes of rotation.[64,65] Figure 8. (a) Fixed angle PV installation and solar tracking systems with rotational mobility relative to (b) one or (c) two axes. For these systems the PV energy return follows the order: dual axes > single axis > fixed angle.[64,66–68] This is because in dual axes systems the PV panels are positioned normal to the sun's rays for the greatest portion of the day and their inclination is optimized for all times of year. These technological solutions are very important because, in spite of the sun being by far the largest source of renewable energy, the energy delivered to the Earth's surface is dilute; even in the hottest regions on the Earth, the available solar radiation flux rarely exceeds $1,000 \text{ W m}^{-2}$. [64] This can be verified via publicly available 'solar calculator' and 'solar radiation database' tools.[69–71] Tracking of the sun's position is generally acknowledged to significantly increase PV efficiency relative to fixed angle PV systems and is particularly beneficial on cloudy days. The reported increases are ~ 25 % for single axis 19 tracking systems and 40 % for dual axis tracking systems relative to fixed systems, not accounting for energy losses incurred during operation.[68] However, it is easily imagined that the more sophisticated the technology, the higher the capital and operating costs, as well as possible routes to system failure. These considerations are deciding factors for the choice of tracking system in any given location. Solar tracking systems consists of the tracking device, tracking algorithm, control unit, positioning system, driving mechanism and sensing devices.[72] Tracking devices and algorithms have different levels of sophistication and can enable active, passive, semi-passive, manual and chronological tracking. Over 76 % of systems employ active tracking; the associated algorithms employ astronomical algorithms and real-time light intensity algorithms. The latter algorithm receives input from two light intensity measuring sensors on the system and adjusts the tracker position until the intensities are equal.[65,73] Algorithms can also track the maximum power point (MPP) of the PV output and make positioning adjustments to obtain the highest MPP.

<https://spiral.imperial.ac.uk/bitstream/10044/1/87281/2/aenm202003286%20-%20accepted%20-%20for%20SYMPLECTIC.pdf>

Chemische Reaktionen ganz ohne Abfall

Mechanisch getriebene Reaktionen laufen komplett ohne Lösungsmittel ab: Dieses nachhaltige Verfahren soll nun marktreif werden

Würden Reaktionen für die chemische Industrie ohne Lösungsmittel stattfinden, könnte man eine enorme Menge an umweltschädlichen oder gar giftigen Abfällen sparen. Prof. Dr. Lars Borchardt hat gezeigt, wie das geht: Er realisiert mit seinem Team mechanisch getriebene Reaktionen in katalytisch beschichteten Kugelmøhlen. Um diese sogenannte direkte Mechanokatalyse marktfähig zu machen, muss sie in großem Maßstab und kontinuierlich funktionieren. Für seine Arbeiten daran erhält der Chemiker der Ruhr-Universität Bochum einen Proof of Concept Grant des Europäischen Forschungsrats ERC. Das Projekt namens „MechanoExtrusion“ wird für 18 Monate mit 150.000 Euro gefördert.

Kein Tropfen Lösungsmittel

Die Chemie produziert unglaubliche Mengen an Abfall. Den Großteil davon machen Lösungsmittel aus, viele davon umweltschädlich oder gar giftig. Die Arbeitsgruppe von Lars Borchardt entwickelt Synthesekonzepte, die nicht nur den Lösungsmiteleinsatz verringern, sondern gänzlich darauf verzichten. „Das Konzept heißt Mechanochemie und basiert darauf, dass man Reaktionen in Kugelmøhlen durchführt – lösungsmittelfrei, einzig dadurch, dass Kugeln aufeinanderprallen, dabei mechanische Energie an die festen Reaktanden übergeben und diese so in Reaktion bringen“, erklärt der Forscher. „Kein Tropfen Lösungsmittel ist dazu notwendig, das ganze also grün und nachhaltig.“

In den vergangenen Jahren ist das Team noch einen Schritt weiter gegangen und hat Kugeln und Mahlbehälter mit katalytisch aktiven Komponenten beschichtet. Dadurch muss man keine Katalysatorpulver oder molekularen Katalysatorverbindungen mehr hinzugeben. „Diese Komponenten sind nur schwer wieder abzutrennen und wiederzuverwenden“, erläutert Borchardt. Stattdessen dienen die Mahlwerkzeuge selbst als katalytisch aktive Komponenten.

Start-up soll Forschung in die Anwendung bringen

Dieses besonders nachhaltige Verfahren nennen die Forschenden direkte Mechanokatalyse. Aktuell funktioniert es im Labormaßstab. Um industriell einsetzbar zu sein, muss es in größerem Maßstab und kontinuierlich ablaufen. „Ziel ist es also, dass man kontinuierlich Reaktanden in einen Reaktor füllt, und darin ebenso kontinuierlich das gewünschte Produkt entsteht“, so Lars Borchardt.

In seinem Proof-of-Concept-Projekt steht dabei die sogenannte Suzuki-Kupplung im Fokus, eine der wichtigsten Reaktionen der pharmazeutischen Chemie. Sie soll in sogenannten Extrudern ablaufen: einer Art Fleischwolf, der kontinuierlich befüllt werden kann und das gewünschte Produkt auswirft. Ziel ist es, die direkte Mechanokatalyse von der Forschung in die Anwendung zu überführen. Damit sollen die Rahmenbedingungen für ein Start-up geschaffen werden.

Generator von VICI DBS

Erzeugen Sie bis zu 18 l/min Wasserstoff

Zuverlässig und konstante hohe Produktivität sind die Anforderungen an heutige und zukünftige Gasgeneratoren. Diese High-Volume Modelreihe sind die neuesten Wasserstoff-Generatoren von VICI DBS, die die ganze Anwendungsbandbreite bei hoher Wasserstoff- Reinheit von 99.99997%* abdeckt. Es werden vier Varianten mit Flussraten von 4.5l, 9l, 13.5l und 18l angeboten. Die bewährte PEM (ProtonExchangeMembrane)-Technologie mit Titan Zellen garantiert dabei höchste Langlebigkeit bei geringstem Wartungsaufwand. Das modulare Design erlaubt auch einen modularen Einsatz: sollte eine von max. 4 Zelleinheiten ausfallen, können die anderen weiterproduzieren. Das Gerät ist mobil und bedarf nur wenig Platz. Die Inbetriebnahme ist einfach und somit kostensparend. Das intuitive Kontrollsystem wird über den 7" Touchscreen bedient. Sicherheit ist immer im Fokus! Deshalb verfügt der Multi-Liter Generator selbst nur über eine kleine Wasserstoff-Speichereinheit und ein automatisiertes Abschaltssystem, welches bei internen und externen Wasserstoffleckagen, Überdruck und zu geringem Wasserstand reagiert.

<https://www.chemie.de/produkte/1130085/neuer-multi-liter-wasserstoff-generator-von-vici-dbs.html>