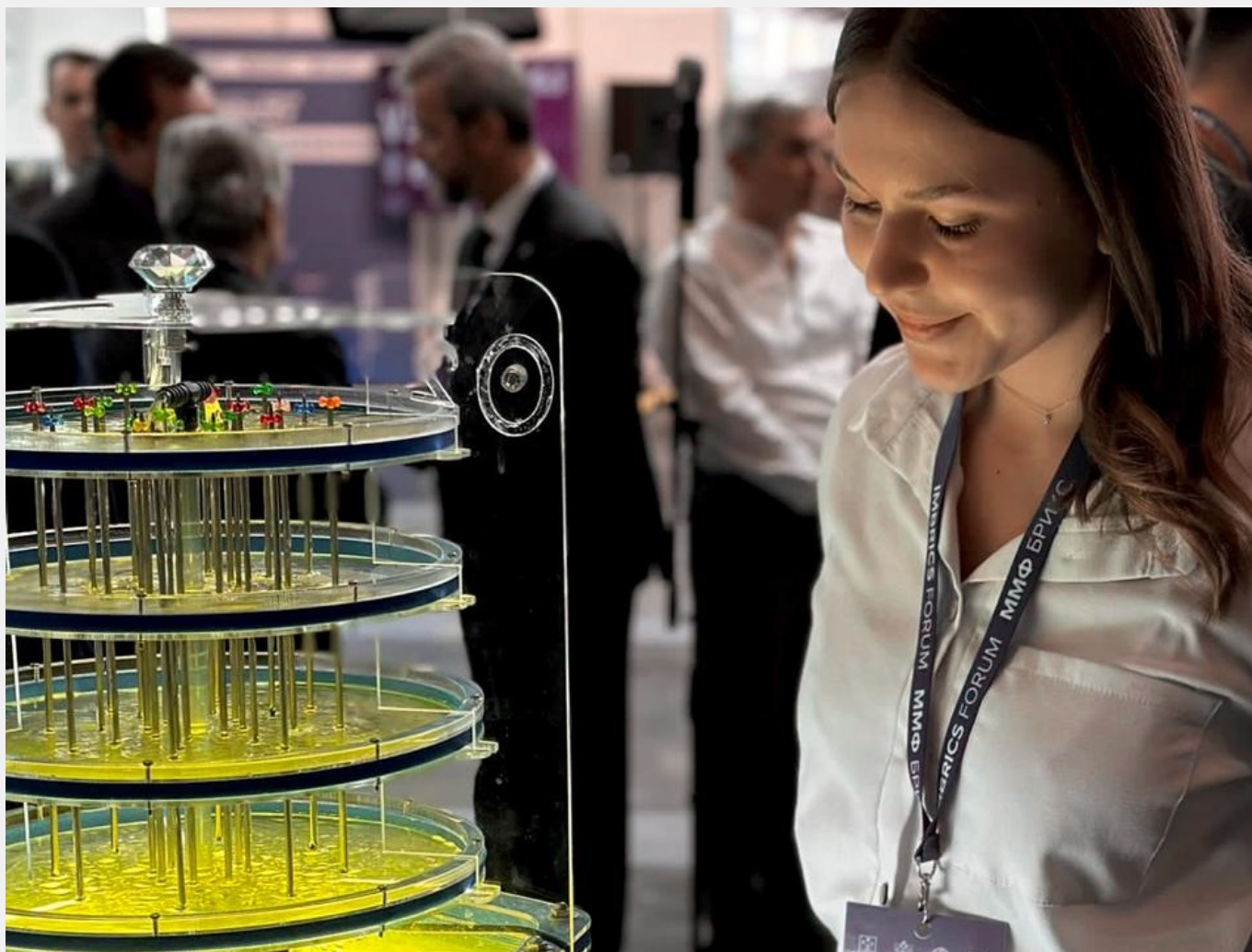


## Органические отходы на службе у энергетики



Сотрудники лаборатории «Междисциплинарные исследования и образование по технологическим и экономическим проблемам энергетического перехода (CIRETEC-GT)» активно занимаются вопросами исследования получения энергоресурсов. При поддержке заведующего лабораторией, проф., д.э.н. Ильина И.В. и под руководством с.н.с., проф., д.т.н. Политаевой Н.А. исследования в данном направлении проводят молодые учёные Вельможина К.А., Жажков В.В., Зибарев Н.В., Шинкевич П.С.

В частности, проведено экспериментальное изучение процесса получения биогаза и биоводорода при ферментативном сбраживании водородобразующих бактерий и различных органических добавок (биомассы микроводорослей, крахмала, комбикорма и пивной дробины). Особое внимание уделяется изучению применения биомассы микроводорослей в качестве источника получения биоводорода. Максимальное количество биоводорода (44,24 мл/л суспензии) было получено в условиях анаэробного темного брожения биомассы микроводорослей *Chlorella*.

В рамках исследования аналитик предложила следующую схему интеграции

био завода по использованию микроводорослей в производственных процессах для достижения целей устойчивого развития (рис. 1). Выбросы, образующиеся при работе производства (1) предлагается проводить через специальную трубу для их охлаждения (2), подавая их на распылители (4), установленные на дне биопруда с микроводорослями (3). Данная система позволит обеспечить наиболее эффективную подачу охлажденных выбросов, при этом создавая постоянное перемешивание биомассы микроводорослей со дна биопруда. Через специальный слив (5), работающий с перерывами во времени (для наращивания биомассы), будет осуществляться сбор ОБМ (6). Собранная биомасса будет загружаться в закрытые непрозрачные биореакторы (7), обеспечивающие условия темной ферментации (8), а именно обеспечение анаэробного режима сбраживания, отсутствие света, поддержание температуры  $T = 55^{\circ}\text{C}$ , поддержание pH в диапазоне от 5,5 до 6,5. По литературным данным установлено, что продолжительность данного процесса должна составлять от 48 ч до 72 ч. В процессе темной ферментации образуется биоводород (9), который в дальнейшем можно использовать для различных энергетических целей. Так, например, на схеме представлены следующие варианты его использования: подача  $\text{H}_2$  в преобразователь электрической/тепловой энергии на производство (10), в качестве топлива в водородных топливных элементах (11), в качестве биотоплива для автомобилей (12).

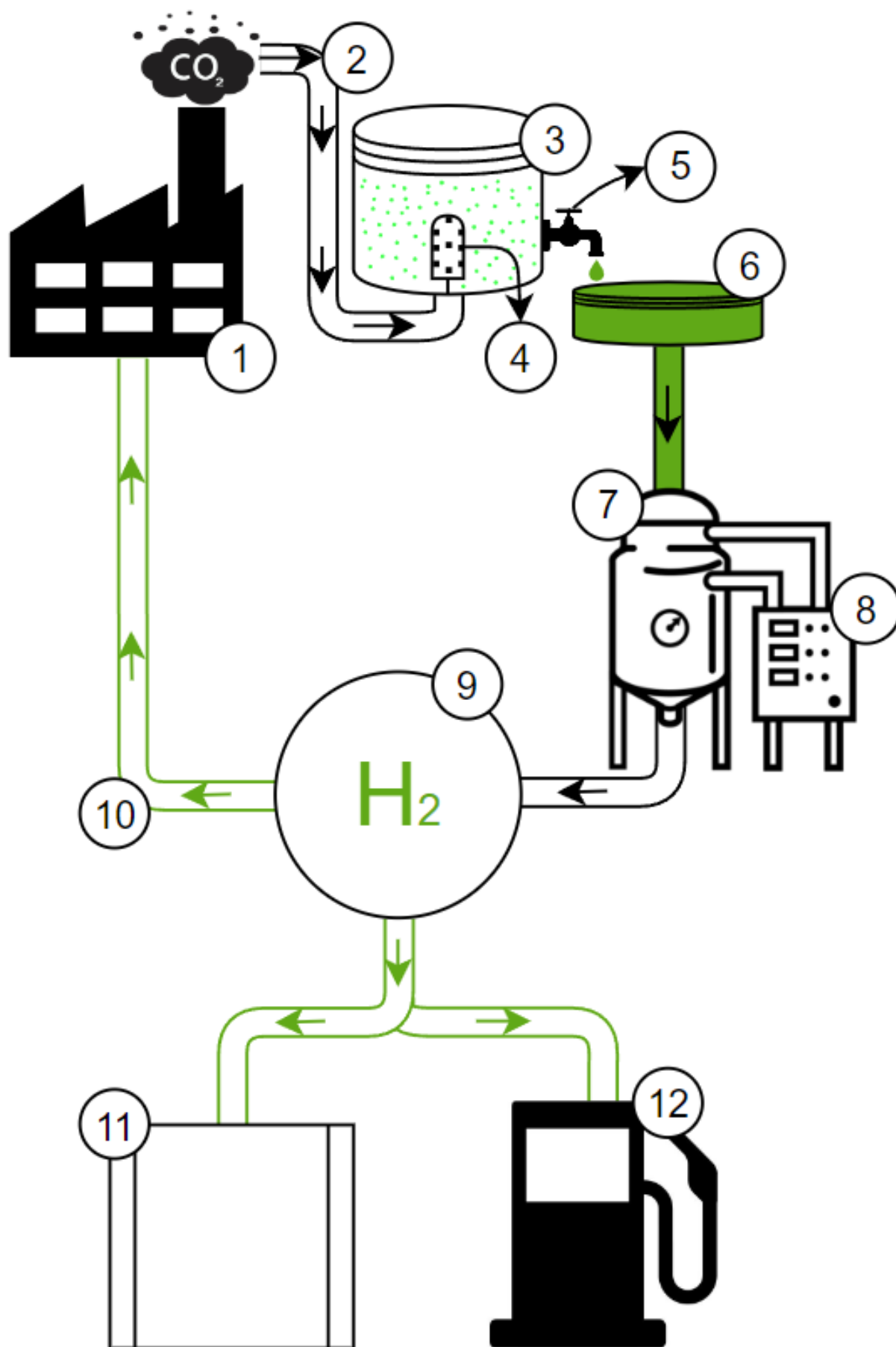


Рис. 1. Технологическая схема использования микроводорослей для очистки дымовых газов и дальнейшего получения биоводорода, где 1 - производство, 2 - труба для

охлаждения и подачи выбросов, 3 – биопруд с микроводорослями, 4 – распылитель, 5 – слив, 6 – ОБМ, 7 – биореакторы, 8 – контроллер для обеспечения условий темной ферментации, 9 – биоводород, 10 – использование H<sub>2</sub> на производстве, 11 – использование H<sub>2</sub> в водородных топливных элементах, 12 – использование H<sub>2</sub> в качестве биотоплива для автомобилей

Отдельные результаты исследования в данном направлении легли в основу успешно защищённой в 2023 г. магистерской диссертации аналитика лаборатории Вельможиной Ксении «Совершенствование технологии анаэробного сбраживания органических отходов в энергетических целях». Но разработка будет иметь развитие: Ксения продолжает совершенствовать технологии в этом направлении в аспирантуре.

По результатам исследования в данном направлении были опубликованы следующие научные статьи в высокорейтинговых журналах:

1. Velmozhina, K.; Shinkevich, P.; Zhazhkov, V.; Politaeva, N.; Korablev, V.; Vladimirov, I.; Morales, T.C. Production of Biohydrogen from Microalgae Biomass after Wastewater Treatment and Air Purification from CO<sub>2</sub>. Processes 2023, 11, 2978.  
<https://doi.org/10.3390/pr11102978> (Scopus, WoS – Q1)
2. Velmozhina K.A., Politaeva N.A., Ilin I.V., Shinkevich P.S. Review of modern strategies for the development of hydrogen bioenergy as key areas for achieving sustainable development goals // International Journal of Hydrogen Energy. 2024, 419, №2 (Scopus, WoS – Q1)
3. V.V. Zhazhkov, N.A. Politaeva, K.A. Velmozhina, P.S. Shinkevich, B. Kh Norov. Production of biogas from organic waste at landfills by anaerobic digestion and its further conversion into biohydrogen // International Journal of Hydrogen Energy. - 2024. - Volume 70. - P. 779-785 (Scopus, WoS – Q1)
4. Вельможина К. А., Политаева Н. А., Ильин И. В., Шинкевич П. С. Обзор современных стратегий развития водородной биоэнергетики как ключевых направлений для достижения целей устойчивого развития // Альтернативная энергетика и экология (ISJAEE), 01 (418) 2024, С. 12- 16. (ВАК, K1)
5. Получение биогаза из органических отходов на полигонах путем анаэробного сбраживания и дальнейшее его преобразование в биоводород / В. В. Жажков, Н. А. Политаева, К. А. Вельможина [и др.] // Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология. – 2023. – № 11(416). – С. 99-113. – DOI

10.15518/isjaee.2023.11.099-113. (BAK, K1)