

МРНТИ 68.39.71

К. Талантбек уулу<sup>1</sup> – основной автор, | ©  
С.М. Исаев<sup>2</sup><sup>1</sup>Канд. техн. наук, <sup>2</sup>Аспирант

ORCID

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0003-3555-7581> <sup>2</sup><https://orcid.org/0009-0008-0988-0952><sup>1,2</sup>Кыргызский государственный университет имени И. Арабаева,

г. Бишкек, Республика Кыргызстан

<sup>1</sup>[ktalantbekuluu@mail.ru](mailto:ktalantbekuluu@mail.ru)<https://doi.org/10.55956/JIEY9912>

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПРОЦЕСС МЕТАНОВОГО СБРАЖИВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИС TRACE MODE 6.10

**Аннотация.** В статье уделено внимание изучению влияния температурных колебаний на процесс метанового сбраживания. Используя программное обеспечение ИС Trace Mode 6.10, проведены контролируемые эксперименты, целью которых было определить, как изменения температуры влияют на эффективность этого процесса.

В рамках исследования была выбрана конкретная методология и определены условия для проведения экспериментов. Выбор программного обеспечения обоснован его функциональностью и возможностью точного представления результатов. Результаты, полученные в ходе экспериментов, представлены с использованием ИС Trace Mode 6.10. Это позволило более детально оценить, как температура влияет на характеристики метанового сбраживания. Проанализированы наблюдаемые эффекты, проведено сравнение с теоретическими моделями и выявлены возможные причины обнаруженных изменений. Выводы, сделанные на основе этих результатов, могут быть важными для понимания и оптимизации процессов метанового сбраживания.

**Ключевые слова:** метановое сбраживание, температура, интегрированная система, Trace Mode 6.10.



Талантбек уулу, К. Исследование влияния температуры на процесс метанового сбраживания с применением ИС Trace Mode 6.10 [Текст] / К. Талантбек уулу, С.М. Исаев // Механика и технологии / Научный журнал. – 2024. – №1(83). – С.176-182. <https://doi.org/10.55956/JIEY9912>

**Введение.** В эпоху современной энергетики, когда важно найти устойчивые и эффективные способы производства энергии, процессы метанового сбраживания выходят на передний план. Они предлагают потенциально чистую и эффективную альтернативу, но влияние температуры на эти процессы требует дальнейшего изучения. Это особенно актуально в свете необходимости оптимизации производственных процессов и снижения выбросов парниковых газов [1].

Метановое сбраживание, играющее ключевую роль в сфере возобновляемой энергетики и управления отходами, стало предметом многих исследований в последние годы. Цель этих исследований – оптимизировать процесс и увеличить выход метана [1].

Прежние исследования показали, что температура играет важную роль в процессе метанового сбраживания. Однако, несмотря на значительные усилия, до сих пор не было достигнуто общего согласия относительно оптимальных температурных условий для максимизации выхода метана [1].

В этом контексте наше исследование сосредоточено на изучении влияния температуры на процесс метанового сбраживания с использованием интегрированной системы Trace Mode 6.10. Это способствует лучшему пониманию такого сложного процесса и разработке более эффективных методов управления процессом метанового сбраживания. Это, в свою очередь, может способствовать увеличению производства метана и улучшению управления отходами.

Навоз КРС (крупного рогатого скота) представляет собой ценный ресурс для метанового сбраживания, благодаря богатому содержанию в нем органического вещества, которое может быть преобразовано в метан в анаэробных условиях. Использование этого ресурса может не только повысить эффективность метанового сбраживания, но и способствовать утилизации отходов животноводства, что в свою очередь может снизить выбросы парниковых газов и улучшить экологическую обстановку.

Однако, как и для других видов сырья, температура играет ключевую роль в эффективности процесса. Влияние температуры на процесс метанового сбраживания навоза КРС требует дополнительного изучения. Это важно для оптимизации процесса и увеличения его эффективности.

**Условия и методы исследований.** С применением комплекса “Автоматизация систем управления” был проведен эксперимент, целью которого было изучение процесса метанового сбраживания при различных температурных условиях [2] (рис. 1). Работа включало низкие, средние и высокие температуры, выбранные на основе предыдущих исследований [3].



Рис. 1. Комплекс “Автоматизация систем управления”

Для сбора и анализа данных в реальном времени использовалась интегрированная система Trace Mode 6.10 (рис. 2). Это обеспечило высокую точность и надежность результатов, позволяя отслеживать изменения метанового сбраживания при различных температурах [4].

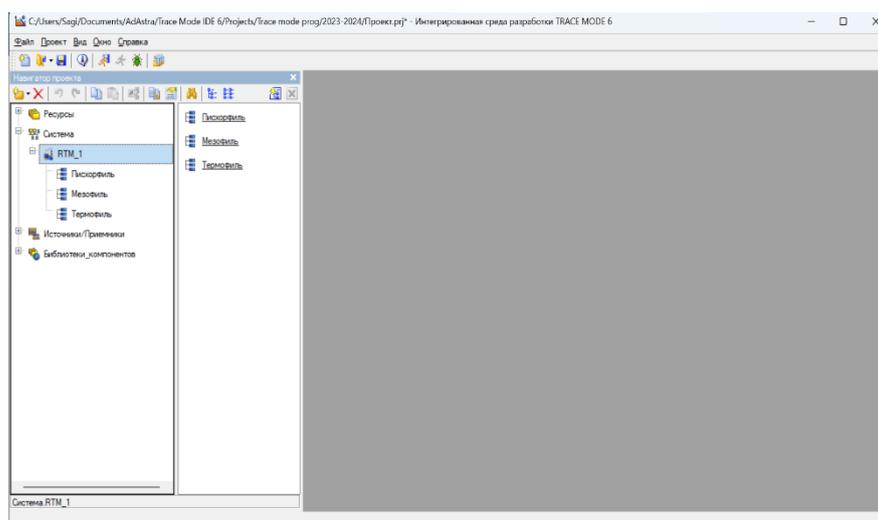


Рис. 2. Интегрированная система Trace Mode 6.10

Trace Mode 6.10 представляет собой интегрированную систему SCADA/HMI, применяемую для автоматизации технологических процессов и управления производством. Она поддерживает пять языков программирования, основанных на стандарте IEC 61131-3 [5]:

1. **Techno SFC** (Sequential Function Chart);
2. **Techno LD** (Ladder Diagram);
3. **Techno FBD** (Function Block Diagram);
4. **Techno ST** (Structured Text);
5. **Techno IL** (Instruction List).

**Techno ST** (Structured Text) – это текстовый язык программирования, в основе которого лежат традиционные языки программирования, такие как Python или Java.

К достоинствам Techno ST [5] следует отнести следующие особенности:

- 1) для работы с Techno ST не требуется предварительный опыт в программировании PLC, поскольку он схож с традиционными высокоуровневыми языками программирования;
- 2) Techno ST – это текстовый язык, что позволяет разрабатывать проекты без использования специализированного программного обеспечения для программирования PLC;
- 3) Techno ST – это легковесный язык программирования, что позволяет снизить требования к памяти контроллера и, следовательно, снизить стоимость;
- 4) файлы программирования Techno ST легко обменивать и распространять.

Недостатками Techno ST [5] являются:

- 1) как и любой высокоуровневый язык, Techno ST требует перевода в машинный язык, что может привести к потере времени на выполнение программы;
- 2) сгенерированный код может быть менее эффективным по сравнению с эквивалентной программой на языке ассемблера.

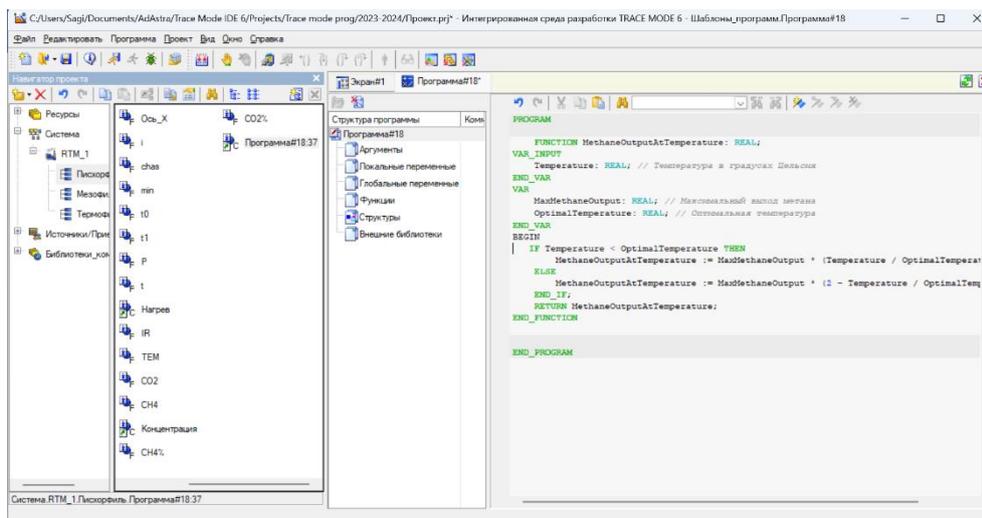


Рис. 3. Язык программирования Techno ST (Structured Text)

Определены ключевые параметры для измерения и анализа, включая скорость сбраживания метана, выходы метана (CH<sub>4</sub>) и углекислого газа (CO<sub>2</sub>) и другие характеристики. С помощью современных методов анализа получены точные и надежные данные о ходе реакции при различных температурных условиях [6].

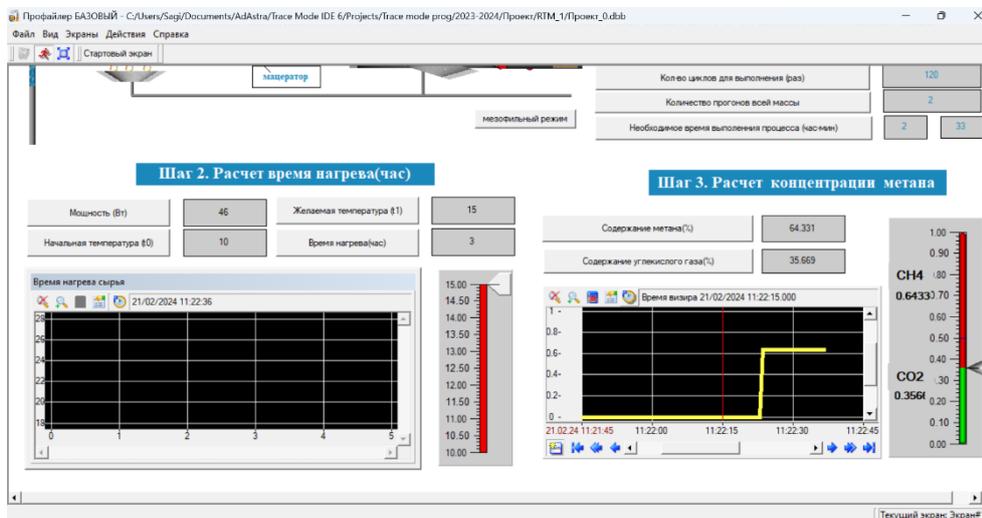


Рис. 4. выход метана (CH<sub>4</sub>) и углекислый газа (CO<sub>2</sub>)

Все эксперименты проводились в сравнении с контрольными измерениями, включая постоянный мониторинг параметров, регулируемых системой Trase Mode 6.10 [7], и систематическое калибрование используемых датчиков и измерительных устройств.

Полученные данные подвергнуты статистическому анализу, включая расчеты средних значений, стандартных отклонений и корреляционного анализа. Это позволило установить статистическую значимость результатов исследования [8].

**Результаты исследований.** В процессе метанового сбраживания было замечено, что эффективность процесса снижается при низких температурах, возможно, из-за снижения активности микроорганизмов. Однако, когда температура достигает определенного уровня, выход метана увеличивается, хотя при дальнейшем повышении температуры производительность начинает снижаться.

С помощью интегрированной системы Trace Mode 6.10 нам удалось точно отслеживать эти изменения и анализировать полученные данные. Эти данные подтвердили гипотезу о значительном влиянии температуры на процесс метанового сбраживания.

Полученные результаты указывают на существование оптимального диапазона температур для наиболее эффективного процесса метанового сбраживания. Благодаря использованию системы Trace Mode 6.10 мы смогли улучшить наше понимание этого процесса, что может быть полезно для его оптимизации.

**Обсуждение результатов исследований.** Результаты анализа подтвердили значимость температуры для процесса метанового сбраживания, что согласуется с выводами ранее проведенных исследований. Отличительной чертой нашего исследования является выявление оптимального температурного диапазона, в котором процесс метанового сбраживания достигает наибольшей эффективности.

Микроорганизмы, участвующие в процессе метанового сбраживания, могут работать менее эффективно при низких температурах, что приводит к снижению выхода метана. С другой стороны, при слишком высоких температурах эти микроорганизмы могут быть повреждены или уничтожены, что также негативно сказывается на производительности процесса.

Эти результаты имеют важное значение для области возобновляемой энергетики и переработки отходов КРС. Определение оптимальных температурных условий для метанового сбраживания может способствовать разработке более эффективных и устойчивых систем для производства метана. Это, в свою очередь, может привести к увеличению производства метана и улучшению переработки навоза КРС.

**Заключение.** В результате проведенного нами исследования было установлено, что температура играет ключевую роль в процессе метанового сбраживания. Выявлен определенный температурный диапазон, в котором данный процесс достигает максимальной эффективности. Эти выводы могут оказать значительное влияние на разработку более продуктивных и стабильных систем для получения метана.

В рамках будущих исследований планируется более глубокое изучение влияния разнообразных субстратов на процесс метанового сбраживания. Кроме того, предполагаем исследовать влияние других параметров, таких как давление и концентрация субстрата на данный процесс.

#### Список литературы

1. [?] / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://bibliotekanauki.pl/articles/77207.pdf>.
2. Метановое брожение – Википедия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: (wikipedia.org).
3. Анаэробное сбраживание (метановое брожение) - Что такое Анаэробное сбраживание (метановое брожение)? - Техническая Библиотека [Электронный ресурс]. – Режим доступа:Neftegaz.RU.

4. SCADA TRACE MODE: релиз 6.10 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: (adastra.ru).
5. UMP\_Techno\_[Электронный ресурс]. – Режим доступа: ST.pdf (kpfu.ru).
6. Оборудование и процессы метанового сбраживания органических отходов | Мария Зинченко [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Academia.edu.
7. 7 методов статистического анализа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Блог 4brain.
8. Поверка и калибровка средств измерений: проблемы выбора [Электронный ресурс]. – Режим доступа: (microwave-e.ru).

*Материал поступил в редакцию 21.02.24.*

**К. Талантбек уулу<sup>1</sup>, С.М. Исаев<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>И. Арабаев атындағы Қырғыз мемлекеттік университеті,  
Бішкек қ., Қырғызстан Республикасы*

#### **TRACE MODE 6.10 ИНТЕГРАЦИЯЛАНҒАН ЖҮЙЕ КӨМЕГІМЕН МЕТАН АШЫТУ ПРОЦЕСІНЕ ТЕМПЕРАТУРАНЫҢ ӘСЕРІН ЗЕРТТЕУ**

**Аңдатпа.** Мақала температура ауытқуларының метан ашыту процесіне әсерін зерттеуге бағытталған. Trace Mode 6.10 ИЖ бағдарламалық құралын пайдалану арқылы температураның өзгеруі осы процестің тиімділігіне қалай әсер ететінін анықтау үшін бақыланатын эксперименттер жүргізілді. Зерттеудің бір бөлігі ретінде нақты әдістеме таңдалып, эксперименттер жүргізудің белгілі бір шарттары белгіленді. Бағдарламалық құралды таңдау оның функционалдығы мен нәтижелерді дәл көрсету мүмкіндігіне негізделген. Тәжірибелерден алынған нәтижелер Trace Mode 6.10 ИЖ көмегімен ұсынылды. Бұл температураның метанның ашытуы сипаттамаларына қалай әсер ететінін егжей-тегжейлі бағалауға мүмкіндік берді.

Нәтижелерді талқылау барысында байқалған әсерлер талданды, теориялық модельдермен салыстырулар жүргізілді, байқалған өзгерістердің мүмкін себептері анықталды. Осы нәтижелерден жасалған қорытындылар метанды қорыту процестерін түсіну және оңтайландыру үшін маңызды болуы мүмкін.

**Тірек сөздер:** метанды ашыту, температура, интеграцияланған жүйе, Trace Mode 6.10.

**T. Kurmanbek uulu<sup>1</sup>, S.M. Issayev<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>I. Arabaev Kyrgyz State University, Bishkek, Republic of Kyrgyzstan*

#### **STUDY OF THE INFLUENCE OF TEMPERATURE ON THE METHANE DIGESTION PROCESS USING THE INTEGRATED SYSTEM TRACE MODE 6.10**

**Abstract.** This article focuses on studying the influence of temperature fluctuations on the process of methane fermentation. Using IC Trace Mode 6.10 software, controlled experiments were conducted to determine how temperature changes affect the efficiency of this process.

As part of the study, a specific methodology was chosen, and certain conditions for conducting experiments were established. The choice of software was based on its functionality and ability to accurately present results. The results obtained from the experiments were presented using Trace Mode 6.10 IC. This allowed a more detailed assessment of how temperature affects the characteristics of methane digestion.

In the discussion of the results, the observed effects were analyzed, comparisons were made with theoretical models, and possible reasons for the observed changes were identified. Conclusions drawn from these results may be important for understanding and optimizing methane digestion processes.

**Keywords:** methane digestion, temperature, integrated system, Trace Mode 6.10.

#### References

1. [?] / [Electronic resource]. – Access mode: <https://bibliotekanauki.pl/articles/77207.pdf>.
2. Metanovoye brozheniye — Vikipediya [Methane fermentation – Wikipedia] [Electronic resource]. – Access mode: (wikipedia.org)
3. Anaerobnoye sbrazhivaniye [Anaerobic Digestion] / (Methane Fermentation) – What is Anaerobic Digestion (Methane Fermentation)? [Electronic resource]. – Access mode: Technical Library Neftegaz.RU.
4. SCADA TRACE MODE: release 6.10 [Electronic resource]. – Access mode: (adastra.ru).
5. UMP\_Techno\_ST.pdf [Electronic resource]. – Access mode: (kpfu.ru) .
6. Oborudovaniye i protsessy metanovogo sbrazhivaniya organicheskikh otkhodov [Equipment and processes for methane digestion of organic waste] / Maria Zinchenko [Electronic resource]. – Access mode: Academia.edu.
7. 7 metodov statisticheskogo analiza [7 Methods of Statistical Analysis] [Electronic resource]. – Access mode: Blog 4brain.
8. Poverka i kalibrovka sredstv izmereniy: problemy vybora [Verification and calibration of measuring instruments: problems of choice] [Electronic resource]. – Access mode: (microwave-e.ru).