

как в химической инженерии так и применительно к системам управления найдет свое эффективное применение во взаимодействии с инженерным персоналом предприятий и он повторит судьбу заводов-автоматов, изначальная концепция которых трансформировалась в симбиоз автоматической и автоматизированной работы

ЛИТЕРАТУРА

1. Schweidtmann A.M., Esche, E., Fischer A., Kloft M., Repke J.-U., Sager S., Mitsos, A. Machine Learning in Chemical Engineering: A Perspective // *Chemie Ingenieur Technik*. – 2021, – V. 93, p. 2029-2039. <https://doi.org/10.1002/cite.202100083>.
2. Thon C., Finke B., Kwade A., Schilde C. Artificial Intelligence in Process Engineering // *Advanced Intelligent Systems*. – 2021, –p. 2000261. [10.1002/aisy.202000261](https://doi.org/10.1002/aisy.202000261).
3. Alqaraleh M., Al-Batah M., Alzboon M., Alzaghouli E. Automated Quantification of Vesicoureteral Reflux using Machine Learning with Advancing Diagnostic Precision // *Data and Metadata*. – 2025. – 25. P. 460. <https://doi.org/10.56294/dm2025460>.
4. Hryniuk D., Suhorukova I., I. Orobei, Non-linear PID controller and methods of its setting // 2017 Open Conference of Electrical, Electronic and Information Sciences (eStream), Vilnius, Lithuania, 2017, p. 1-4, doi: [10.1109/eStream.2017.7950327](https://doi.org/10.1109/eStream.2017.7950327).
5. The double-edged sword of AI and equipment reliability. [Электронный ресурс] Время доступа 10.10.2025. <https://www.control-design.com/connections/data-acquisition-monitoring/article/55328285/the-double-edged-sword-of-artificial-intelligence-and-equipment-reliability?oeid=7815B7031834B4R>

УДК 628.3:621.3

Войтов И.В., Штепа В.Н., Дернович А.В.
(Белорусский государственный
технологический университет)

КОГНИТИВНАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ И РЕСУРСНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ ВОДООТВЕДЕНИЯ НАСЕЛЁННЫХ ПУНКТОВ

В целом моделирование с помощью когнитивных карт – метод анализа и представления сложных, слабоструктурированных систем с помощью графовых моделей, где узлы представляют собой базисные

факторы, а направленные стрелки – причинно-следственные связи с указанием характера воздействия. Этот метод позволяет структурировать информацию, выявить ключевые факторы и их взаимовлияние для достижения целей управления или принятия решений. **Когнитивная карта** представляет собой графическое представление субъективных представлений о сложной системе, включая ее ключевые элементы (базисные факторы) и связи между ними [1].

Этапы создания когнитивной карты: **определение целей и границ исследования:** чётко формулируется проблема, которую будет отражать карта, что задает масштаб и детализацию модели; **сбор исходной информации:** выявляются ключевые факторы, влияющие на изучаемый процесс, учитываются мнения экспертов и заинтересованных сторон; **структурирование данных:** элементы группируются по смыслу и значимости, формируется иерархия понятий; **установление связей:** определяются причинно-следственные отношения и взаимные влияния между элементами; каждая связь характеризуется направлением и силой воздействия (на данном этапе не использовалось).

Последовательность создания когнитивной карты анализа базировались на опыте системного анализа реальных объектов [2] и экспертных знаниях [3]. На их основе была разработана обобщённая когнитивная карта факторного анализа водоотведения и очистки сточных населённого пункта (используются только те факторы, на которые возможно воздействие в направлении достижения выполнимых целей; построена для использования при синтезе потенциальной интеллектуальной системы поддержки принятия решений (рис. 1) [4].

Основными базисными факторами выступили «Качество очистки сточных вод» и «Затраты ресурсов и расходников». Тогда проблематика когнитивного моделирования отведения и очистки сточных вод населённого пункта:

- определение основных факторов, влияющих на цели, которые можно достичь исходя из технических заданий и материально-технических возможностей реальных организаций водопроводно-канализационных хозяйств (ВКХ), без значительных финансовых вложений;
- обобщить алгоритм достижения целей модернизации (реконструкции) объектов исходя из причинно-следственных связей технологических факторов;
- выявить «тонкие» цепочки причинно-следственных связей факторов проекта, которые необходимо обязательно устранить в рамках создания аналитических модулей организаций ВКХ.

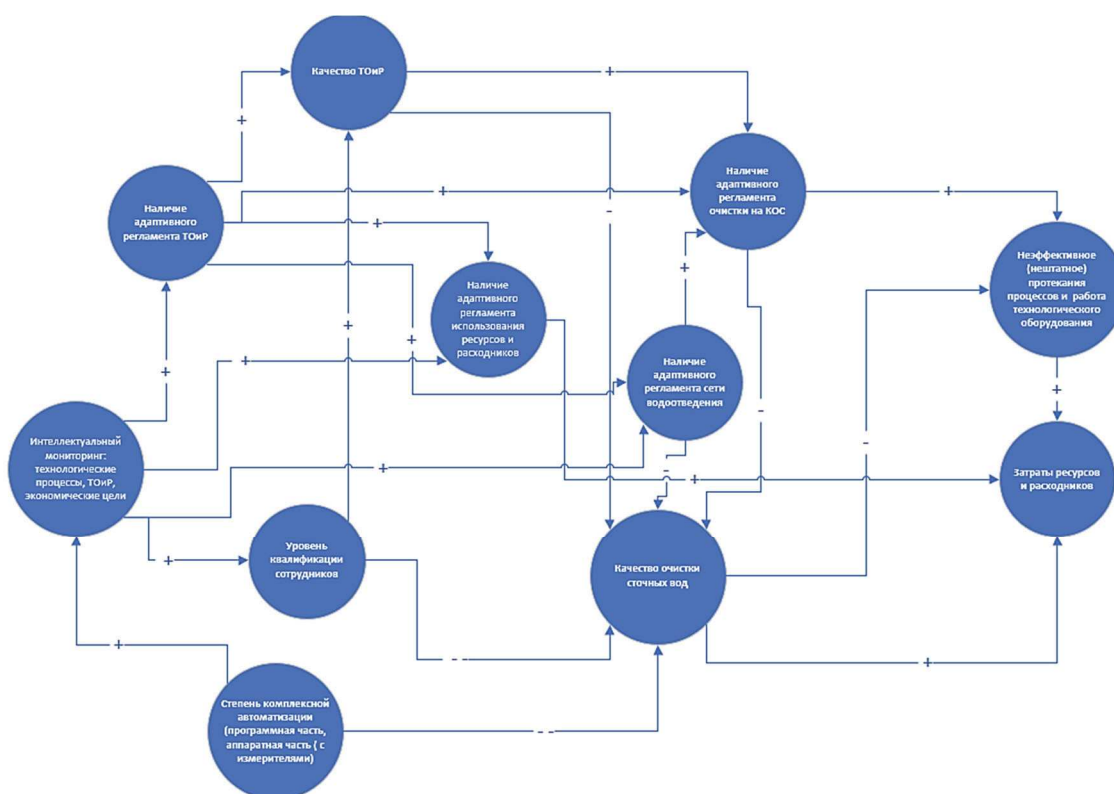


Рисунок 1 – Когнитивная карта (модель) технологических факторов, влияющих на цели, которые можно достичь исходя из реальных материально-технических возможностей организаций ВКХ

Исходя из оценки когнитивной модели (см. рис. 1) критериями эффективности функционирования аналитического программного обеспечения выступают:

- оперативная поддержка обоснования, разработки и применения регламента очистки сточных вод (исходя из существующих и закупаемых технических средств автоматизации);
- оперативная поддержка обоснования, разработки и применения регламента отведения сточных вод;
- оперативная поддержка обоснования, разработки и применения регламента использования ресурсов и расходных материалов в технологических операциях;
- оперативная поддержка обоснования, разработки и применения регламента технического обслуживания и ремонта (ТОиР) оборудования отведения и очистки сточных вод;
- поддержка повышения квалификации сотрудников.

При этом особый акцент в рамках автоматизации необходимо сместить на превентивное устранение возможности проявления нештатных ситуаций – обеспечив соответствующим управляющим воздействиям главный приоритет.

Строгие выражения данных критериев обосновываются на этапах системного анализа конкретных организаций ВКХ (рис. 2) [5]: при технологическом анализе и моделировании; создании базы знаний процессов отведения и очистки сточных вод с вариантами сценариев достижения поставленных экологических и экономических целей.

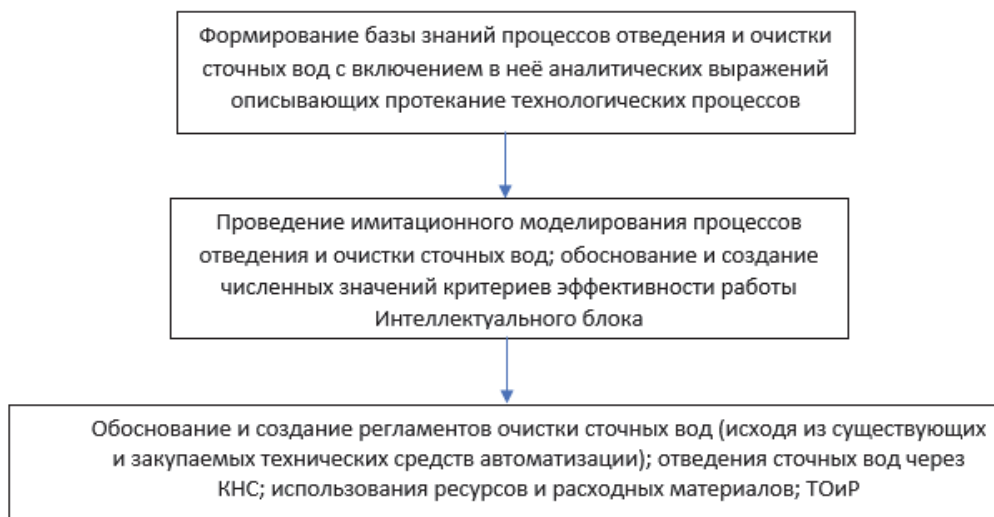


Рисунок 2 – Последовательность обоснования и детализации критериев эффективности аналитических программных продуктов, внедряемых организациями ВКХ

Заключение. В рамках ограниченных ресурсных возможностей отечественных организаций ВКХ необходимо и обосновано основной задачей программного обеспечения, прежде всего аналитического (в том числе с применением элементов математического аппарата искусственного интеллекта), определить оперативную поддержку принятия решений на основе аккумуляирования в себе адаптивных цифровых регламентов технологических процессов отведения и очистки сточных вод, экономической эффективности операций и ТОиР.

ЛИТЕРАТУРА

1. Штепа, В.Н. Структура и функционал интеллектуальной системы поддержки принятия решений в водоотведении / В.Н. Штепа // Информатика и кибернетика. - 2022. - №3 (29). - С.51-57.
2. О задачах цифровизации систем водоотведения коммунально-промышленных объектов / И.В. Войтов [и др.] // Нефтегазохимия - 2023: материалы VI Международного научно-технического форума по химическим технологиям и нефтегазопереработке, Минск, 1-3 ноября 2023 г. / УО «Белорусский государственный технологический университет». - Минск: БГТУ, 2023. - С. 147-151.

3. Войтов, И.В. Использование цифровой платформы водоотведения для предупреждения технологических рисков биологической очистки сточных вод / И.В. Войтов, В.Н. Штепа // Инновационные биотехнологии для охраны окружающей среды: от теории к практике : материалы I международной научно-практической конференции, Минск, 23-25 апреля 2024 г. / Институт микробиологии НАН Беларуси; организационный комитет конференции: А.А. Шепшелев (пред.) и [др.]. - Минск: ИнМи, 2024. - С. 83-84.

4. Alekseevsky, D.G. Formalization of the Task of Creating a Mathematical Model of Combined Wastewater Treatment Processes / D.G. Alekseevsky, Ye.Yu. Chernysh, V.N. Shtepa // Journal of Engineering Sciences: peer-reviewed scientific journal. - 2021. - Volume 8, Issue 2. - pp. H1-H7.

5. Штепа, В. Н. Рациональные подходы к внедрению цифровых двойников в водопроводно-канализационные хозяйства / В. Н. Штепа // Информатика и кибернетика. - 2024. - № 3. - С. 51-57

УДК 502.1

Бухтоярова Д.Д., Яблонских Д.В.

(Национальный исследовательский университет "МГСУ", г. Москва, Россия)

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ПРИРОДООХРАННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

***Аннотация:** Статья анализирует взаимосвязь «экологической безопасности» и «природоохранной деятельности». Рассматриваются угрозы и методы природоохранной деятельности для минимизации антропогенного воздействия. Подчеркивается комплексный подход (правовые, экономические, технологические, образовательные меры) для устойчивого развития.*

Цель: Разработка комплексной стратегии для гармонизации экологической безопасности и природоохранной деятельности, направленной на радикальное снижение антропогенного воздействия на природу.

Задачи:

Фундаментальное понимание: Углубленно исследовать суть экологической безопасности, выявив и классифицировав ключевые экологические угрозы.

Природоохранная парадигма: Проанализировать природоохранную деятельность как ключевой инструмент обеспечения экологической безопасности.