

**Технические механизмы защиты интеллектуальной собственности пользователей в веб-сервисе моделирования химических процессов (на примере ReacModeler)**

**Верхозин М.А. (ИТМО), Безруких П.Д. (ИТМО), Хмелёв А.П. (ИТМО), Гриценко Е. Ф. (НИ ТПУ)**

**Научный руководитель – кандидат технических наук, Щемелинин В.Л. (ИТМО)**

**Введение.** Разработка программного обеспечения для моделирования химико-технологических процессов (ХТП) требует учета высокой ценности используемых данных. Кинетические модели, параметры реакций и конфигурации реакторов constitute интеллектуальную собственность (ИС) предприятий и исследователей [1]. При переходе к веб-сервисам (SaaS) возникают риски несанкционированного доступа и утечки конфиденциальных данных, что сдерживает внедрение отечественных аналогов иностранного ПО [2]. Цель работы — разработка технических механизмов защиты ИС пользователей в веб-сервисе ReacModeler в соответствии с законодательством РФ.

**Основная часть.** В рамках проекта проанализированы угрозы безопасности, характерные для облачных систем моделирования: перехват трафика, инсайдерские утечки, несанкционированный доступ к моделям конкурентов. Для минимизации рисков реализован комплекс технических мер, опирающийся на требования Гражданского кодекса РФ (часть четвертая) в отношении охраны программ для ЭВМ и баз данных, Федеральный закон №152 «О персональных данных» [3].

1. **Система контроль и управления доступом.** Реализована ролевая модель доступа (RBAC), разделяющая права администратора системы, специалиста служб поддержки и продаж, а также администраторов и пользователей для каждой отдельной организации [4]. Аутентификация выполнена на основе JWT-токенов с ограниченным временем жизни. Пароли хранятся в хешированном виде с солью.

2. **Кластерная изоляция по уровню защищенности.** Реализовано деление инфраструктуры системы на независимые сети с собственными СУБД и обработчиками данных по принципу требуемого клиентом уровня защищенности. Необходимость обусловлена разными требованиями к защите их коммерческой тайны. Отдельная подсеть ответственно за обработку персональных данных и отдельная подсеть ответственно за обработку иной конфиденциальной информации. Этот подход поддерживает обеспечение принципа эшелонной защиты.

3. **Изоляция данных на уровне СУБД.** Применена гибридная архитектура базы данных: структурированные данные учетных записей хранятся в PostgreSQL, а модели реакций — в MongoDB, документной СУБД [5]. Это позволяет реализовать гибкую систему прав доступа на уровне отдельных документов (моделей), обеспечивая логическую изоляцию проектов разных пользователей.

4. **Подробное журналирование операций.** Система ведет журнал действий пользователей (создание, редактирование, публикация моделей), что необходимо для расследования инцидентов и подтверждения авторства в случае споров об интеллектуальной собственности.

5. **Тарификация запросов к моделям.** Поскольку часть основного функционала реализована на основе методов машинного обучения, использование которых является дорогостоящей операцией, для уменьшения рисков перегрузки обработчиков, тарификация запросов.

6. **Изоляция данных для обучения.** Важным требованием является недопущение использования чужих данных для обучения модели. Реализован контроль доступа в процессе обучения модели.

7. **Комплексная защита веб-сервиса.** Включает общую защиту от основных угроз по OWASP Top-10.

**Выводы.** Спроектированные технические механизмы обеспечивают конфиденциальность и целостность интеллектуальной собственности пользователей веб-сервиса ReacModeler. Реализованная система защиты соответствует требованиям законодательства РФ в области охраны результатов интеллектуальной деятельности и позволяет снизить риски утечки коммерчески значимой информации при использовании облачных технологий моделирования.

#### **Список использованных источников:**

1. Гумеров А. М. Математическое моделирование химико-технологических процессов: учебное пособие. — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб.: Издательство «Лань», 2014. — 176 с.: ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература). — ISBN 978-5-8114-1533-5.

2. Бизнес-тезис "ReacModeler": ПО для моделирования химических реакторов / Безруких П.Д. и др. — 2025. — С. 10–11.

3. Гражданский кодекс Российской Федерации (часть четвертая) от 18.12.2006 № 230-ФЗ.

4. Безруких П.Д. Бизнес-тезис "ReacModeler": программное обеспечение для моделирования химического реактора: Выпускная квалификационная работа. — СПб.: Университет ИТМО, 2025. — С.40–41.

5. Верховин М.А. Разработка базы данных для ПО для моделирования химико-технологических процессов // Тезисы XIV Конгресса молодых ученых. — 2025.