

# Информационные технологии в управлении и экономике

2020, № 3

Электронная версия журнала размещена на сайте

<http://it-ugtu.ru>, <http://itue.ru/> и <http://итуэ.рф/>



ISSN 2225-2819

**Information technology in management and economics**

# **Информационные технологии в управлении и экономике**

**2020, № 03 (20), 15.09.2020**

Электронная версия журнала размещена на сайте  
<http://it-ugtu.ru>, <http://itue.ru/>, <http://итуз.рф/>

## **РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

- Рочев К. В., канд. эконом. наук, доцент кафедры вычислительной техники, информационных систем и технологий (ВТИСиТ) УГТУ, главный редактор
- Беляев Д. А., канд. экон. наук, президент некоммерческого партнерства «ИТ-Ассоциация Республики Коми»
- Дорогобед А. Н., канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой вычислительной техники, информационных систем и технологий (ВТИСиТ) УГТУ
- Каюков В. В., доктор экон. наук, профессор кафедры менеджмента УГТУ
- Крестовских Т. С., канд. экон. наук, и. о. декана факультета экономики, управления и информационных технологий УГТУ, заведующий кафедрой менеджмента УГТУ
- Куделин С. Г., канд. техн. наук, инженер-программист EPAM Systems
- Минцаев М. Ш., доктор техн. наук, ректор ГГНТУ имени акад. М. Д. Миллионщикова
- Михайлюк О. Н., доктор экон. наук, зав. кафедрой финансов и кредита Уральского государственного горного университета
- Назарова И. Г., доктор эконом. наук, заведующий кафедрой экономики УГТУ
- Павловская А. В., канд. эконом. наук, профессор кафедры менеджмента УГТУ
- Садыкова Р. Ш., доктор экон. наук, профессор, зав. кафедрой экономики и управления предприятием, АГНИ
- Семериков А. В., канд. техн. наук, доцент кафедры вычислительной техники, информационных систем и технологий (ВТИСиТ) УГТУ
- Смирнов Ю. Г., канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры вычислительной техники, информационных систем и технологий (ВТИСиТ) УГТУ

Журнал выходит 4 раза в год.

Учредитель ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет».

ISSN 2225-2819, свидетельство о регистрации СМИ: Эл № ФС77-65216.

Электронная почта: [info@itue.ru](mailto:info@itue.ru)

Телефон редакции: +7 (8216) 700-308

Телефон главного редактора: +7 (904) 109-83-18

Статьи, поступающие в редакцию, рецензируются. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы публикаций. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов материалов. При перепечатке ссылка на журнал обязательна.

Правила для авторов доступны на сайте журнала <http://itue.ru/pravila/>

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|   |    |
|---|----|
| Макриденко Е. МЕХАНИЗМ РАЗРАБОТКИ МОДЕЛИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ.....   | 4  |
| Володина Ю. И., Булычев К. С., Веселков Н. В. ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СТОИМОСТИ КВАДРАТНОГО МЕТРА ЖИЛЬЯ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ....   | 12 |
| Марченко Д. С., Григорьевых А. В., Рочев К. В., ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ХРАНЕНИЯ АВТОРИЗАЦИОННЫХ ДАННЫХ.....   | 21 |
| Сушкевич В. В., Куделин А. Г. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕТРОГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ТЕРРИТОРИИ РФ. ПОДСИСТЕМА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОЙ СТОИМОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ВЕТРОГЕНЕРАЦИИ ..... | 40 |
| Бакуркина Л. А., Григорьевых А. В. РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА И КОНТРОЛЯ СРОКОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТНОЙ ПРОДУКЦИИ.....  | 56 |
| Баканов И. В., Хозяинова Т. В. ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ЛАБОРАТОРИЯ» .....   | 63 |
| Сведения об авторах.....  | 71 |

# МАКРИДЕНКО Е. МЕХАНИЗМ РАЗРАБОТКИ МОДЕЛИ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЯ

УДК 338.2, ВАК 08.00.00, ГРНТИ 06.00.00

Механизм разработки модели  
инновационного развития  
предприятия

Mechanism for developing a model  
of innovative development of an  
enterprise

**Макриденко Евгений**

**Makridenko Evgeniy**

Московский политехнический  
университет, г. Москва

Moscow Polytechnic University,  
Moscow

*В данной научной статье рассматривается проблема моделирования инновационного развития предприятия экономико-математическими методами. Для того, чтобы реализация экономико-математической модели инновационного развития предприятия предоставила адекватные результаты, необходимо включить в нее параметры деятельности предприятий-конкурентов, ожиданий рынка выпускаемой продукции, реакции внутри предприятия. Указанные параметры с одной стороны, имеют вероятностную природу, с другой – их числовые характеристики не всегда доступны. Для получения адекватных результатов экономико-математической модели целесообразным представляется использование имитационной модели.*

*This scientific article discusses the problem of modeling the innovative development of an enterprise by economic and mathematical methods. In order for the implementation of the economic-mathematical model of innovative development of the enterprise to provide adequate results, it is necessary to include in it the parameters of the activities of competing enterprises, market expectations of products, reactions within the enterprise. The indicated parameters, on the one hand, are probabilistic in nature, and on the other, their numerical characteristics are not always available. To obtain adequate results of the economic-mathematical model, it seems appropriate to use a simulation model.*

**Ключевые слова:** инвестиции, инновации, модель, моделирование, имитационная модель

**Key words:** investment, innovation, model, modeling, simulation model

## Введение

Для принятия адекватного решения руководству предприятия необходимы оценочные результаты внедрения инноваций в свое производство. Однако традиционные методы оценки инновационно-инвестиционных проектов не могут

предоставить полную информацию для принятия соответствующего решения. Это побуждает при принятии решения о финансировании инновации использовать результаты моделирования инновационного развития, которые призваны дополнить технико-экономические характеристики проектов инновационного развития предприятия.

Моделировать инновационное развитие можно, воспользовавшись экономико-математическими методами. Для того, чтобы реализация экономико-математической модели инновационного развития предприятия предоставила адекватные результаты, необходимо включить в нее параметры деятельности предприятий-конкурентов, ожиданий рынка выпускаемой продукции, реакции внутри предприятия. Указанные параметры с одной стороны, имеют вероятностную природу, с другой – их числовые характеристики не всегда доступны. В этой для получения адекватных результатов экономико-математической модели целесообразным представляется использование имитационной модели.

Траектория деятельности предприятия имеет двумерное измерение: с одной стороны, она представляется развитием технологического потенциала посредством «скрытого» технологического прогресса, с другой, выражает состояние каждого предприятия посредством показателей ее экономической деятельности. Под «скрытым» технологическим прогрессом в данном случае понимаются потенциальные технологические достижения в результате проведения инновационной деятельности, которые могут выражаться производительностью капитала или труда.

В основу предлагающейся модели были положены результаты исследований экономистов Р. Нельсона и С. Уинтера [2, 5]. В своих работах они показали, что необходимо проводить различие между новаторами и имитаторами, так как соответствующие «траектории» их поведения на рынке различным образом связаны с инновационным развитием этих предприятий, или их «технологическими траекториями». Авторы рассматривали линейную форму технологической траектории, отображающей непрерывный процесс отбора предприятий, в котором преимущество отдается инновационным.

Некоторые экономисты ставили целью показать несовершенство линейного представления результатов технологической траектории в процессе «естественного отбора» предприятий на рынке. Используя основные элементы теории Й. Шумпетера, касающиеся между прибылью, научными разработками и инновациями, Р. Нельсон и С. Уинтер были одними из первых, рассмотревших эволюционную модель экономики.

Также в основу предлагаемой имитационной модели заложены положения, согласно которым предприятия осуществляют свою деятельность по принципу рационального поведения и по установившемся на отдельном предприятии правилам согласно теории «меметики». В результате проб и ошибок на рынке, они накапливают опыт, рутинные привычки, которые формируют определенную компетенцию. Приобретенные навыки представляют собой так называемую «базу памяти», которая является хранилищем прошлого опыта, и тем самым обеспечивает поведение каждого предприятия в будущем.

Таким образом, установившееся поведение предприятий определяет диапазон ожидаемых действий, что предоставляет предприятию возможность осуществлять деятельность в открытой и динамичной окружающей среде. Необходимо отметить, что установившееся практика деятельности предприятия ограничивает для нее возможности поведения на рынке, и очевидно определяет специфические эволюционные траектории для каждого предприятия, участвующего в модели. Данное положение объясняет появление и развитие различий между предприятиями, таким образом, вызывая изменения в производстве и делая этот процесс необратимым и кумулятивным.

Р. Нельсон и С. Уинтер исследовали различные траектории поведения инновационных предприятий и предприятий-имитаторов. Основное различие между ними проявляется в том, что инновационные предприятия создают нововведения, а имитационные, перенимая данные нововведения, распространяют их на рынке. Инновационные предприятия, инвестирующие в научные исследования, увеличивают свои возможности выживания в результате промышленных изменений, вызванных их собственными нововведениями. В результате, нововведения в модели Нельсона и Уинтера связаны с непрерывным процессом отбора, который неизменно ведет к преимуществу инновационных предприятий.

В моделях указанных ученых технологическая траектория представляет реализацию технологического потенциала в различные моменты времени и задается постоянным темпом приращения уровней технологического развития. Данное предположение имеет некоторое сходство с непрерывностью процесса естественного отбора в природе, и приводит к тому, что в результате конкурентной борьбы с течением времени исключаются имитирующие предприятия. Однако, если рассматривать их модель с применением технологических траекторий в виде нелинейных функций, то можно показать, что при некоторых заданных параметрах модели возможен противоположный результат.

Рекомендуемая имитационная модель является представлением инновационного развития предприятий некоторых отраслей промышленности, в которых предприятия производят однородную продукцию. В качестве конечного результата, характеризующего их деятельность, используется доля рынка выпускаемой продукции. Изначально рынок гомогенной продукции поделен между всеми предприятиями, участвующими в модели в одинаковых долях. Модель позволяет изменять количество предприятий.

Успешная инновационная деятельность в данном случае характеризуется повышением производительности капитала. Каждое предприятие имеет свой уровень используемых технологий, который определяет производительность факторов производства на предприятии. Производство характеризуется эффектом постоянного возвращения масштаба, т.е. дополнительное использование одного из факторов производства приводит к увеличению объемов производства. В данной модели допускается, что капитал, представленный оборудованием и технологиями производства, является единственным фактором производства.

Предприятия имеют возможность проводить инновационную деятельность или имитировать инновации. Инновационные предприятия могут проводить инновационную деятельность, а также имитировать инновации. Имитационные

предприятия в модели способны только имитировать инновации. Эффективность затрат на научные исследования и разработки не гарантирована, но тем не менее, большие затраты на инновационное развитие предполагают увеличение вероятности повышения отдачи факторов производства.

Предполагается, что в каждый момент времени существует некоторая «скрытая» технологическая тенденция или потенциально возможный максимальный уровень производительности для инновационных предприятий, который характерен для определенной отрасли производства. В модели это автономная технологическая тенденция задается в виде экспоненциальной функции, отображающей логистическую кривую. Данный вид функции выбран исходя из основных стадий инновационного процесса. Согласно ему, рост производительности приходится на период внедрения нововведения. В стадии насыщения происходит замедление роста производительности, что характерно для большинства инноваций.

В случае успешных инновационных мероприятий происходит резкий скачок производительности на максимально возможный уровень в данный период времени. Инновация, таким образом, является реализацией скрытого технологического потенциала. В случае успешной имитации предприятие приобретает доступ к последним научно-производственным достижениям в отрасли, то есть производительность на предприятии становится равной максимальной производительности в отрасли в данный период времени [3, 4].

Очевидно, что расходы на исследовательские работы уменьшают объемы финансирования текущей деятельности. Таким образом, происходит уменьшение величины потенциальной текущей прибыли. Возможность увеличения производительности в результате проведения технологических инноваций может обеспечить будущую прибыль, при условии, что инновационная деятельность окажется успешной. В противном случае текущие доходы будут уменьшаться. Другими словами, расходы, связанные с инновационной деятельностью, воздействуют на инвестиционную способность предприятия и уменьшают эффективность производства в текущий момент времени. Следовательно, если инновация не приведет к ожидаемому результату, положение предприятия на рынке ухудшится намного сильнее даже по сравнению, если бы оно оставалось пассивным к инновационной деятельности. Говоря терминами модели, доля рынка инновационного «предприятия-неудачника» сократится.

Предприятие отрасли может избежать этого риска, имитируя инновации. Однако, имитирующее предприятие рискует тем, что в определенный момент времени оно не будет иметь максимальной производительности факторов производства, возможной в данный период. В этом смысле предприятие-имитатор технологических инноваций может отставать от инновационных предприятий. В реальной жизни часто происходит так, что инновационное предприятие достигает большей доли на рынке выпускаемой продукции до того, как имитирующие предприятия скопируют инновации. Эта ситуация создает кумулятивное преимущество для инновационных предприятий. Схематически модель представлена на рисунке 1.

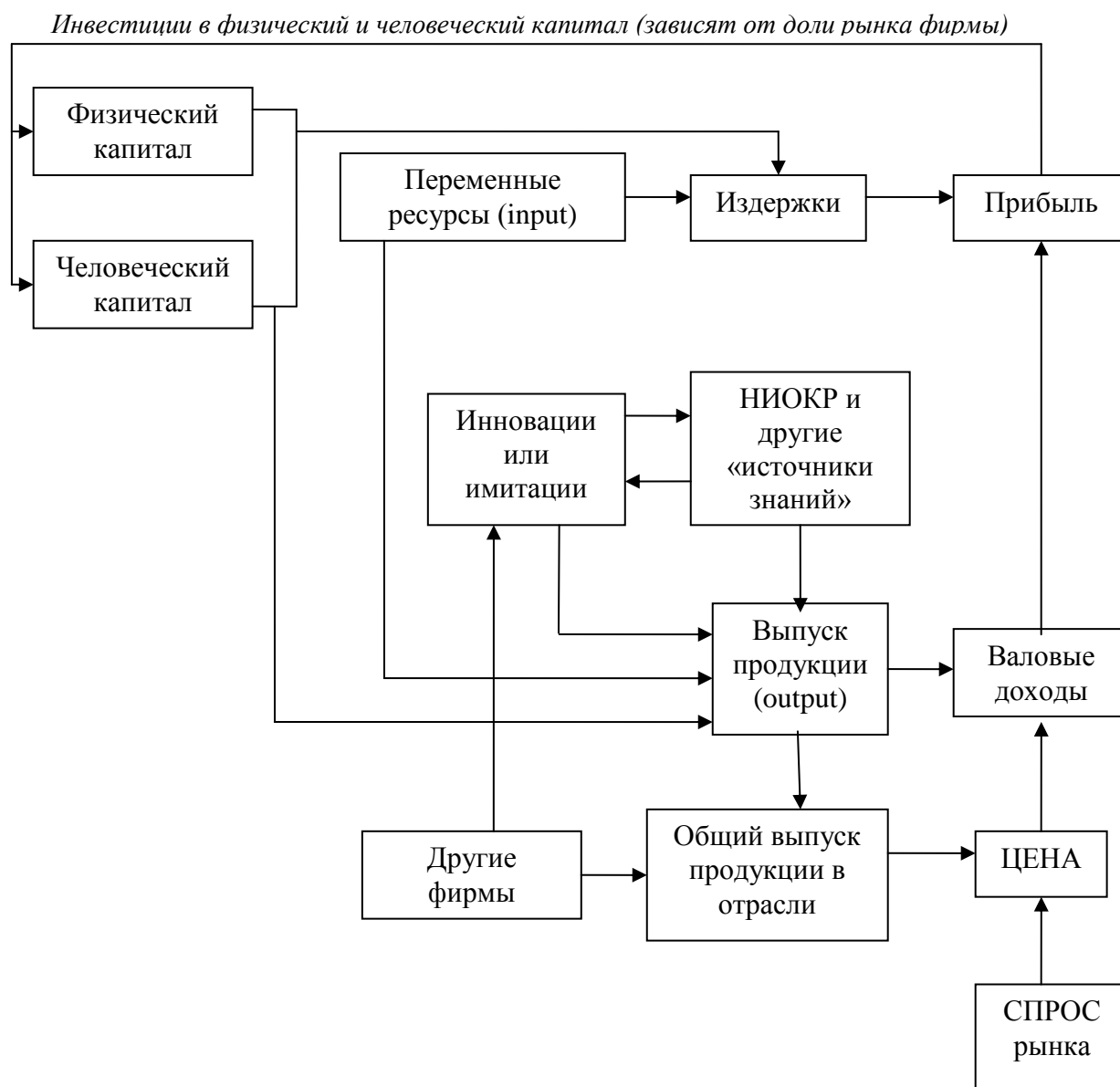


Рисунок 1. Алгоритм развития инновационной деятельности промышленных предприятий на рынке однородной продукции

После реализации имитационной модели с учетом особенностей тех или иных отраслей и рисков можно делать вывод о целесообразности проведения инновационных мероприятий и их эффективности.

Для математического описания инновационного развития предприятий [2], занимающихся определенным видом экономической деятельности, а также для постановки задачи и проведения соответствующих вычислений, будем использовать следующие основные параметры модели:

$$K_t \equiv (K_{1t}, \dots, K_{it}, \dots, K_{nt})$$

$$A_t \equiv (A_{1t}, \dots, A_{it}, \dots, A_{nt}),$$

где  $A_t$  и  $K_t$  -массивы, которые описывают состояние системы (отрасли) в период времени  $t$ ;



$K_{it}$  - капитал  $i$ -ого предприятия в момент времени  $t$ , представленный оборудованием и технологиями производства;

$A_{it}$  – изменение производительности капитала на  $i$ -ом предприятии в момент времени  $t$ ;

$n$  - фиксированное число предприятий в отрасли.

Объем производства  $i$ -ого предприятия в момент времени  $t$  определяется как:

$$Q_{it}=A_{it}K_{it}$$

Общий объем продукции в отрасли находится как суммарная величина всех предприятий, участвующих в модели:

$$Q_t = \sum Q_{it}$$

Цена единицы продукции:

$$P_t=D(Q_t)$$

где  $D(Q_t)$ – экзогенно заданная функция спроса.

Общая продажа продукции для  $i$ -ого предприятия в момент времени  $t$ :

$$S_{it}=P_tQ_{it}.$$

Общие производственные издержки в момент времени  $t$ :

$$C_{it}=c_{it}K_{it}$$

где  $c$  – производственные издержки на единицу капитала.

Общие инновационные издержки для  $i$ -ого предприятия в момент времени  $t$ :

$$Rn_{it}=rnK_{it},$$

где  $rn$  - издержки инновации на единицу капитала.

Общие имитационные издержки для  $i$ -ого предприятия в момент времени  $t$ :

$$Rm_{it}=rmK_{it},$$

где  $rm$  - издержки имитации на единицу капитала.

Чистая прибыль (экономическая прибыль) для  $i$ -ого предприятия в момент времени  $t$ :

$$Z_{it}=S_{it} - (C_{it}+Rm_{it} + Rn_{it})$$

В начальный период времени  $t=0$  показатели  $A_{it}$  и  $K_{it}$  задаются начальными показателями одинаковыми для всех предприятий.

Далее необходимо вычислить производительность капитала для следующего периода  $A_{it+1}$  для каждого из предприятий отрасли. На этом этапе моделирования требуется учитывать случайность будущего успешного внедрения инновации и имитации для инновационных предприятий, и успешного внедрения имитации – для имитационных предприятий. В данной модели используется случайная величина, распределенная по нормальному закону.

Мы воспользовались хорошо известным фактом, что сумма сравнительно небольшого числа случайных величин с любым распределением обычно дает очень хорошее приближение к нормальному распределению. Для равномерного распределения требуется сумма около десяти чисел, чтобы получить нормальное распределение. В десятичной машине принято брать двенадцать чисел, чтобы избежать возможного взаимодействия между механизмом генерирования и процессом сложения.

Таким образом, в случае успешной инновации будем иметь  $A_{it+1}=A_{in}(t)$ . Функция  $A_{in}(t)$  является логистической и на плоскости отображает кривую скрытой технологии:

$$A_{in}(t) = (B-A_0)/(1+e^{(b-h*t)})+A_0$$

где  $A_0$  – уровень производительности капитала предприятия в начальный период (одинаковый для всех предприятий при  $t=0$ );  $B$  – максимальный уровень производительности, характерный для определенного оборудования или технологического процесса;  $b$  – заданный параметр, характеризующий время от разработки до внедрения инновации;  $h$  – заданный параметр.

Отметим, что выбор параметров  $B$ ,  $b$  и  $h$  зависит от конкретной отрасли и подбирается специалистами и экспертами в данной отрасли.

В случае успеха имитации в следующем периоде будем иметь

$$A_{it+1} = \max(A_{it}; i = 1, \dots, n)$$

В случае неудачи инновации и имитации производительность не изменится, т.е.  $A_{it+1} = A_{it}$ .

Предполагается, что капитал используется полностью, а изменение уровня производства будет изменять капитал следующим образом:

$$K_{it+1} = I(P_t A_{it}/c, Q_{it}/Q_i, Z_{it}, \partial) K_{it} + (1-\partial) K_{it}$$

где  $\partial$  – константа постоянного уменьшения капитала в с инвестиционно-инновационной деятельностью;

$Q_{it}/Q_i$  – доля в общем выпуске товара для  $i$ -ого предприятия в момент времени  $t$ .

Таким образом, для следующего периода развития системы  $t=t+1$  основные параметры примут следующие значения:

$$A_{it} = A_{it+1}$$

$$K_{it} = K_{it+1}$$

Все остальные показатели состояния системы для каждого предприятия будут также изменены.

По результатам реализации на компьютере указанной модели можно делать выводы о преимуществах инновационных предприятий и имитирующих предприятий, а самое главное, принимать решение о проведении инновационной деятельности при имеющихся на предприятии ресурсах.

При наблюдении поведения траекторий для предприятий можно сделать следующие основные выводы:

- на этапе «взлета» производительности капитала наблюдается нестабильное положение всех предприятий, характеризующееся долями в общем выпуске товара на рынке. Далее наблюдается некоторая стабилизация указанного процесса;
- при увеличении параметра  $b$ , определяющего период от начала разработки проекта до резкого увеличения производительности видим вначале преимущество имитационных предприятий, которое плавно переходит к инновационным;
- при достаточно большой вероятности успеха инновации и имитации в итоге доминируют на рынке имитационные предприятия;
- при достаточно малом  $\partial$  в итоге доминируют на рынке имитационные предприятия. Период перелома приходится на истощение потенциала производительности скрытой технологии, что подтверждает мнение о том, что прежде

чем проводить дорогостоящие исследования и инновацию, необходимо сначала провести менее затратные исследования об их дальнейшей эффективности.

### **Заключение**

Результаты практического использования имитационной модели позволяют сформулировать отдельные замечания. Для построения указанной модели на практике необходимо подбирать параметр, характеризующий период от разработки нововведения до его внедрения, наиболее реалистичным способом, привлекая к этому процессу экспертов. Отметим, что использование модели показало, что его необходимо выбирать из расчета наиболее быстрого внедрения инноваций, т.к. он затрагивает действия предприятий-конкурентов, заинтересованных как можно быстрее выйти с инновацией на рынок. Поскольку в модели размер инвестиций, которые направляются на инновационное развитие, изменяются в зависимости от выбранной стратегии с учетом агрессивных действий конкурентов, то необходимо выбирать пионерскую стратегию, позволяющую получать максимальную отдачу в виде сверхприбыли, если это позволяет реальная финансовая ситуация на предприятии. Если же на предприятии инвестиционных ресурсов не достаточно, то необходимо выступать на рынке в роли имитатора. Наиболее реалистично модель отображает ситуацию на рынке, где присутствует ограниченное число производителей, а также где производство продукции основано на типовой технологической основе.

### **Список использованных источников и литературы**

1. Ланкастер К. Математическая экономика. – М.: Советское радио, 1972. – с. 345.
2. Новицкий Н. А. Современные проблемы и механизмы инвестирования инновационной деятельности в России. – М.: ИЭ РАН, 2010.
3. Пospelов И. С., Моделирование российской экономики в условиях кризиса // Вопросы экономики. – 2009, № 11.
4. Ясин Е. М., Снеговая М. Н. Роль инноваций в развитии мировой экономики // Вопросы экономики. – 2009, № 9.
5. Нельсон Р., Винтер С. Эволюционная теория экономических изменений. – Издательство Гарвардского университета. – 1984. – С. 234-235.

### **List of references**

1. Lancaster K. Mathematical Economics. – M.: Soviet radio, 1972. – p. 345
2. Novitskiy N. A. Modern problems and mechanisms of investing in innovative activity in Russia. – M.: IE RAS, 2010.
3. Pospelov IS, Modeling the Russian economy in a crisis // Questions of economy. – 2009, No. 11.
4. Yasin E.M., Snegovaya M.N. The role of innovation in the development of the world economy // Questions of economy. – 2009, No. 9.
5. Nelson R., Winter S. An Evolutionary Theory of Economic Change. – Harvard University Press. – 1984, p.234-235.

**ВОЛОДИНА Ю. И., БУЛЫЧЕВ К. С., ВЕСЕЛКОВ Н. В.**  
**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ СТОИМОСТИ КВАДРАТНОГО МЕТРА ЖИЛЬЯ**  
**В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ МЕТОДАМИ МАТЕМАТИЧЕСКОГО**  
**МОДЕЛИРОВАНИЯ**

УДК 004.92+347.214.2, ВАК 08.00.00, ГРНТИ 06.00.00

Прогнозирование стоимости  
квадратного метра жилья в  
Российской Федерации методами  
математического моделирования

**Ю. И. Володина, К. С. Булычев,  
Н. В. Веселков**

Березниковский филиал Пермского  
национального исследовательского  
политехнического университета,  
г. Березники

*Данная статья содержит оценку рынка недвижимости, а также прогнозирование стоимости одного квадратного метра жилья в России. В статье анализируется современное состояние рынка недвижимости, как первичного, так и вторичного. Выбираются факторы, возможно влияющие на стоимость квадратного метра жилья, такие как: курс доллара, средняя заработная плата, годовой объем ввода жилья в эксплуатацию, население, количество выданных ипотечных кредитов, средняя ставка по ипотечным кредитам.*

*Полученные данные были нормализованы для построения наиболее правдоподобных математических моделей. На основе полученных данных строятся факторные и безфакторные модели: линейная многофакторная модель, модель авторегрессии и модель пространства состояний. Используя математические модели, были составлены прогнозы*

Forecasting the cost per square meter of  
housing in the Russian Federation by  
mathematical modeling methods

**J. I. Volodina, K. S. Bulychev,  
N. V. Veselkov**

Berezniki Branch of Perm National  
Research Polytechnic University,  
Berezniki

*This article contains an assessment primary and secondary real estate market, and well as forecasting the cost of one unit of areain Russia. This article analyzes the current state of real estate market, both primary and secondary. The factors possibly affecting the cost per square meter of housing are selected, such as: dollar exchange rate, average wage, annual volume of housing commissioning, population, number of issued mortgage loans, average mortgage lending rate.*

*The data obtained were normalized to build the most plausible mathematical models. Using the data obtained, factorial and factorless models are constructed: a linear multifactor model, an autoregressive model, and a model in the state space. Using mathematical models, forecasts for 3 years were derived. Based on the results of the models under study, the model with the best approximation and post-forecast quality was selected. Using the analysis of the initial data, a model of the cost of one*

на 3 года. На основании результатов исследуемых моделей была выбрана модель с наилучшим приближением и качеством после прогнозирования. На основе анализа исходных данных была получена модель стоимости одной единицы площади в РФ, после чего на ее основе был составлен прогноз на 2020–2022 гг.

*unit of area in the Russian Federation was obtained, after which a forecast for 2020–2022 was compiled on its basis.*

**Ключевые слова:** математическое моделирование, прогнозирование, Росстат, РФ, стоимость жилья.

**Keywords:** mathematical modeling, forecasting, Rosstat, RF, housing cost.

## Введение

Одним из показателей развития рыночных отношений в мире является состояние рынка недвижимости. Недвижимость – одна из самых крупных отраслей, которая занимает более 50% процентов всемирного богатства и конечно же недвижимость является важнейшей его частью [1][2]. Недвижимость в современном мире экономики имеет колоссальную значимость, так как значительные суммы поступают в бюджет государства благодаря недвижимости, от сдачи как государственной недвижимости в аренду, так и муниципальной собственности.

Рынок недвижимости – это единая система рыночных механизмов, посредством которого передаются права на собственность. Первичный рынок (то есть новостройки) появляется в качестве товара на рынке впервые. В таком случае выступают продавцом строительные компании, а также государство. Недвижимость на вторичном рынке служит товаром, который уже находится в эксплуатации у собственника, являющегося как физическим, так и юридическим лицом.

Объем ввода первичного жилья не увеличивается, а спрос на жилье растет, что провоцирует рост цен на первичное жилье. За счет роста цен на новостройки и резкой потери качества строительства, покупатели все больше начинают отдавать приоритет вторичному жилью.

По данным Росстата в 2019 году средняя стоимость единицы площади жилья составляет 53689 тысяч рублей [3][4].

Поэтому целью данной работы является прогнозирование стоимости квадратного метра в РФ с использованием математического моделирования [5].

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Предположить, какие факторы влияют на цену квадратного метра жилья.
2. Построить математические модели.
3. Выбрать подходящую модель по аппроксимации и качеству постпрогноза.
4. Исследовать влияние воздействия управляемых и неуправляемых факторов на изменение стоимости жилья.

## Прогнозные модели

В качестве исследовательского инструментария для выбора таких воздействий можно использовать модели, описывающие зависимость стоимости квадратного метра от различных контролируемых и неконтролируемых факторов. Модели делятся на два типа: бесфакторные и факторные. Некоторые из них рассмотрим:

1. Трендовые модели: основной целью является создание экономической динамики. Такие модели предсказывают, как системы реагируют на отдаленный момент времени.
2. Линейная многофакторная модель – такие модели дают численную оценку влияния факторов, так же их связи на изменение значений реакции системы (ЛММ);
3. Модель в пространстве состояний – такие модели описывают не только отображение системой входного сигнала, но и ее внутреннюю структуру. (МПрС).

## Начальные данные

Данные по стоимости квадратного метра жилья и готовые ряды факторов получены из базы Росстата в период с 2008 по 2019 года.

Были рассмотрены различные факторы и их ежегодные ряды в базе данных Росстата (табл. 1):

1. Количество выданных ипотечных кредитов.
2. Население, тысяч [6].
3. Средняя ставка кредита [7].
4. Средняя заработная плата.
5. Курс доллара.
6. Годовой объем ввода жилья, млн [8].

Таблица 1. Значения реакции и факторов по годам

| Год \ | y       | $x_1$ | $x_2$   | $x_3$ | $x_4$ | $x_5$ | $x_6$ |
|-------|---------|-------|---------|-------|-------|-------|-------|
| 1     | 50293,4 | 8211  | 2667,16 | 12,9  | 14774 | 24,44 | 0,8   |
| 2     | 37392   | 4841  | 2654,51 | 14,3  | 15228 | 31,37 | 0,73  |
| 3     | 37018,3 | 7808  | 2641,1  | 13,1  | 17438 | 30,48 | 0,67  |
| 4     | 40140,6 | 12452 | 2632,31 | 11,9  | 18773 | 29    | 0,75  |
| 5     | 44654,7 | 14976 | 2632,77 | 12,3  | 21821 | 31,14 | 0,83  |
| 6     | 46383,5 | 19642 | 2635,31 | 12,4  | 24716 | 32,16 | 1     |
| 7     | 46214   | 24095 | 2636,59 | 12,5  | 27102 | 35,99 | 1,1   |
| 8     | 47564,7 | 16642 | 2636,72 | 13,4  | 28528 | 62,55 | 1,2   |
| 9     | 45862,2 | 20380 | 2 633   | 12,5  | 30651 | 65,05 | 1,1   |
| 10    | 45514,8 | 26190 | 2 628   | 10,6  | 32952 | 58,32 | 1,1   |
| 11    | 49750   | 33333 | 2 617   | 8     | 32802 | 62,12 | 1,1   |
| 12    | 53689,9 | 28000 | 2 611   | 9,9   | 38562 | 64,55 | 1,1   |

## Нормирование и корреляционный анализ

Эти факторы были нормализованы для исключения влияния размерности и проведен корреляционный анализ. Он показал, что наибольшей взаимозависимостью являются: выданные ипотечные кредиты из страны, средняя ставка по кредитам. Чтобы исключить влияние размерности, мы выполняем нормализацию данных по формуле:

$$y_{\text{норм.}} = \frac{y(t) - \min_t(y(t))}{\max_t(y(t)) - \min_t(y(t))},$$

где  $\min_t y(t)$  – минимальный набор значений реакции системы, а  $\max_t y(t)$  максимум из набора. Точно так же факторы нормализуются.

## Линейная многофакторная модель

Построим для нашей системы многофакторную (линейную) модель по формуле:

$$y(\vec{x}) = a_0 + \sum_{i=1}^n a_i \cdot x_i(t),$$

где  $a_0$  – коэффициент, который независимый,  $a_i$  – коэффициент влияния  $x_i(t)$  на  $y(t)$ ,  $x_i(t)$  – значение фактора.

В результате были получены следующие коэффициенты:  $a_0 = -1.4922$ ,  $a_1 = -2.6178$ ,  $a_2 = 0.7910$ ,  $a_3 = -1.9964$ ,  $a_4 = -2.0687$ ,  $a_5 = -1.0177$ ,  $a_6 = 1.4633$ .

Из полученных коэффициентов следует, что факторы  $x_1$  и  $x_4$  оказывают наибольшее влияние на модель. Делаем вывод, что с увеличением населения стоимость жилья снижается, что противоречит здравому смыслу.

Вычислим квадратичную погрешность аппроксимации по формуле:

$$S = \sum_t (y - y(x))^2.$$

Квадратичная погрешность аппроксимации составила  $S = 0,13$ , это означает, что она пригодна для использования при прогнозировании.

При построении ЛММ из исходных данных и данных, полученных после применения поиска решений, становится ясно, что они практически одинаковы (Рисунок 1).

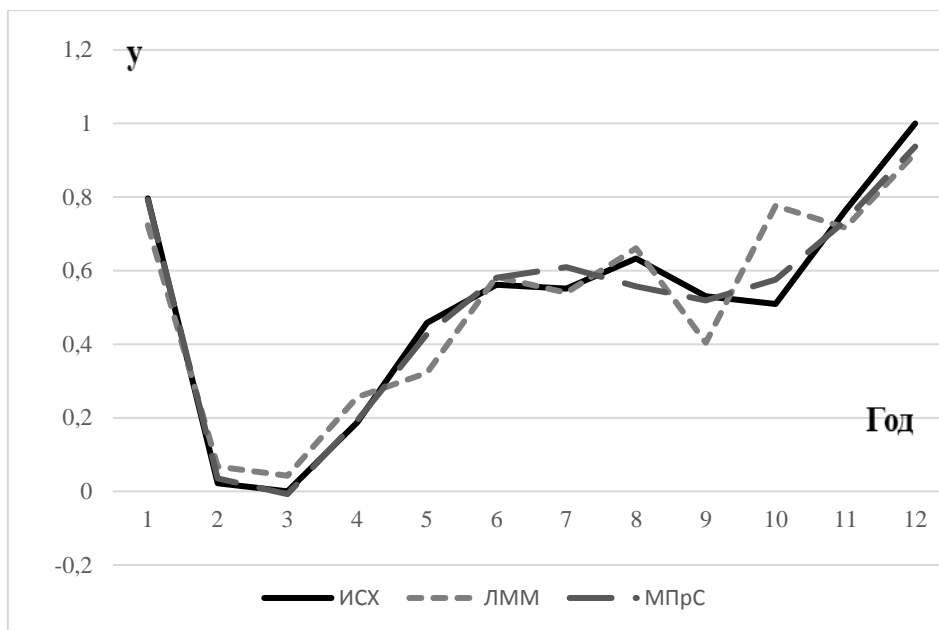


Рисунок 1. ЛММ и МПрС

### Модель в пространстве состояний

Построим модель в пространстве состояний (МПрС) по формулам:

$$\begin{aligned} x'(n+1) &= a + b \cdot x'(n) \\ y(n) &= c + d \cdot x(n), \end{aligned}$$

где  $x'$  – вектор состояния,  $a$  – вектор функции перехода,  $b$  – матрица перехода,  $c$  и  $d$  – векторы функции выхода.

После проведенных расчетов была получена квадратичная аппроксимация, которая равняется  $S = 0,0197$ .

В МПрС видно, что при построении графиков в соответствии с исходными данными, полученные в результате поиска решений, можно увидеть, что данные в ЛММ отличаются немного больше, и их график приблизительно совпадает.

### Постпрогноз

Для выбора подходящей модели для дальнейшего исследования проведена проверка методом постпрогноза (при котором известные данные принимаются неизвестными, и прогнозируются с помощью построенных моделей, а невязки сравниваются с исходными данными).

ЛММ имеет погрешность по отношению к исходным данным (Рисунок 2).



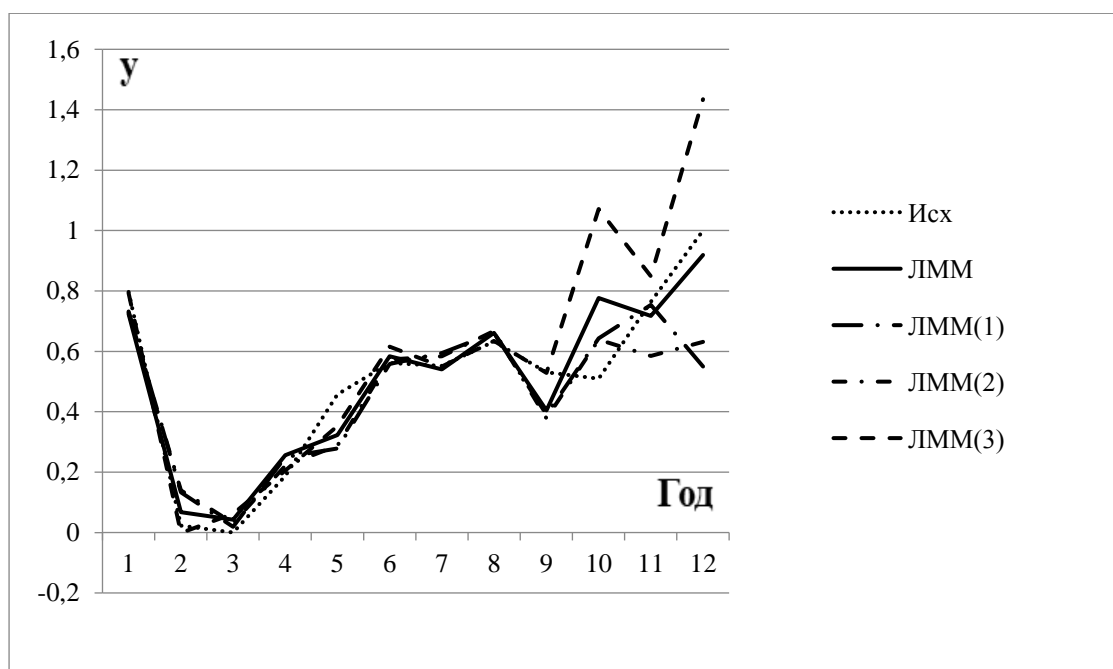


Рисунок 2. Постпрогноз (ЛММ) линейной многофакторной модели

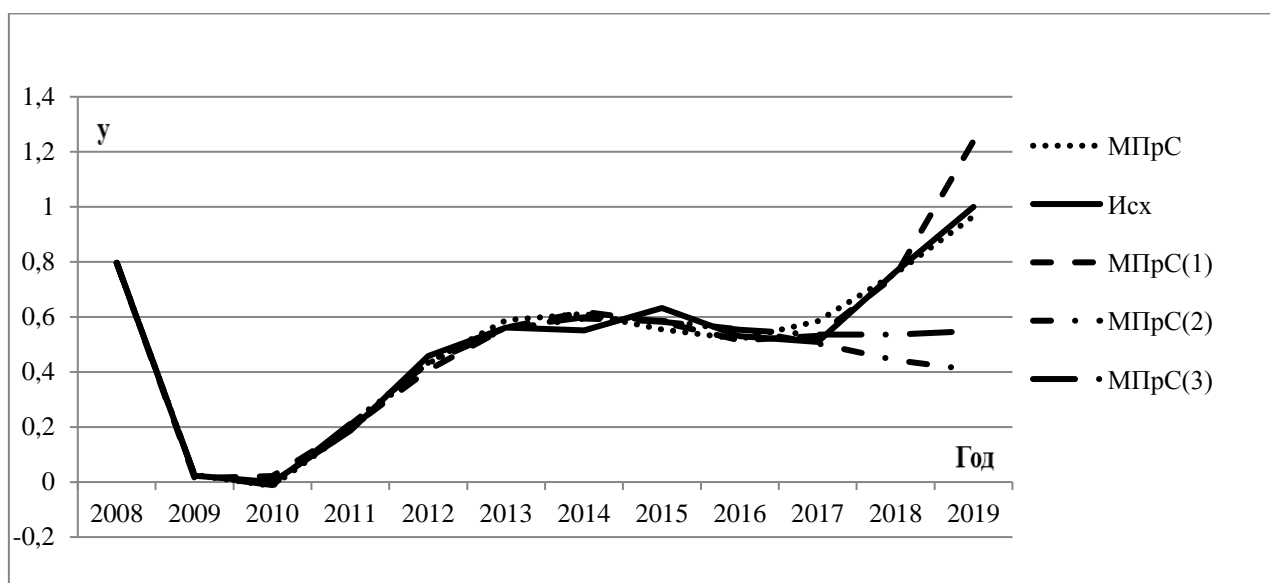


Рисунок 3. Постпрогноз (МПрС) модели в пространстве состояний

Таблица 2. Погрешность постпрогноза различных моделей

| Мо-<br>дель | Постпрогноз<br>на<br>один год | На два<br>года | На три<br>года |
|-------------|-------------------------------|----------------|----------------|
| ЛММ         | 40.47%                        | 40.25%         | 4.98%          |
| МПС         | -1.32%                        | -7.73%         | -4.15%         |

МПрС (Рисунок 4) аппроксимирует исходные данные лучше, чем ЛММ. А пост-прогнозы, полученные показывают хорошие результаты. Делаем вывод, что МПрС предсказывает лучше, чем ЛММ и далее будет использоваться именно эта модель.

### Изменение управляемых и неуправляемых факторов

Исследуем прогноз на 3 года с изменением неконтролируемых (Таблица 3) и контролируемых факторов (Таблица 4). Для прогнозирования выбирались неконтролируемые факторы  $x_2$  (население) и  $x_5$  (курс доллара), и контролируемый фактор  $x_3$  (средняя ставка по кредиту) используя модель пространства состояний, получили прогноз факторов на 3 года при изменении данных факторов на  $\pm 5-10\%$ .

Таблица 3. Изменение неуправляемых факторов

| $x_5 \backslash x_2$ | -10%   | -5%    | 0      | 5%     | 10%    |
|----------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| -10%                 | 1.0979 | 1.0827 | 1.0797 | 1.0767 | 1.0737 |
| -5%                  | 1.0857 | 1.0949 | 1.0920 | 1.0890 | 1.0860 |
| 0                    | 1.1102 | 1.1072 | 1.1042 | 1.1012 | 1.0982 |
| 5%                   | 1.1224 | 1.1194 | 1.1164 | 1.1134 | 1.1104 |
| 10%                  | 1.1346 | 1.1316 | 1.1286 | 1.1256 | 1.1226 |

Таблица 4. Изменение управляемых факторов

| $x_3$       | -10%   | -5%    | 0      | 5%     | 10%    |
|-------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Реакция $y$ | 1.0758 | 1.0899 | 1.1042 | 1.1184 | 1.1325 |

При изменении неконтролируемых факторов наихудшее значение (то есть снижение стоимости жилья) было достигнуто при изменении  $x_2$  на  $+10\%$ , а  $x_5$  на  $-10\%$ . Результаты являются адекватными с ростом населения и со снижением курса доллара, стоимость жилья будет уменьшаться, что логично. С изменением управляемого фактора  $x_3$  (процентная ставка ипотечного кредитования) стоимость жилья увеличивается на 10 процентов, а с уменьшением стоимость жилья уменьшается, что также логично.

Например, при наихудшем развитии неконтролируемого фактора  $x_5$  (курс доллара), то есть с ростом курса доллара, стоимость жилья будет расти. Эту ситуацию можно исправить, регулируя управляемый фактор  $x_3$  (процентная ставка ипотечного кредитования). Когда фактор  $x_3$  снижается на 10% стоимость жилья снижается на 2.5%.

Прогноз на три года вперед представлен на рисунке 4.

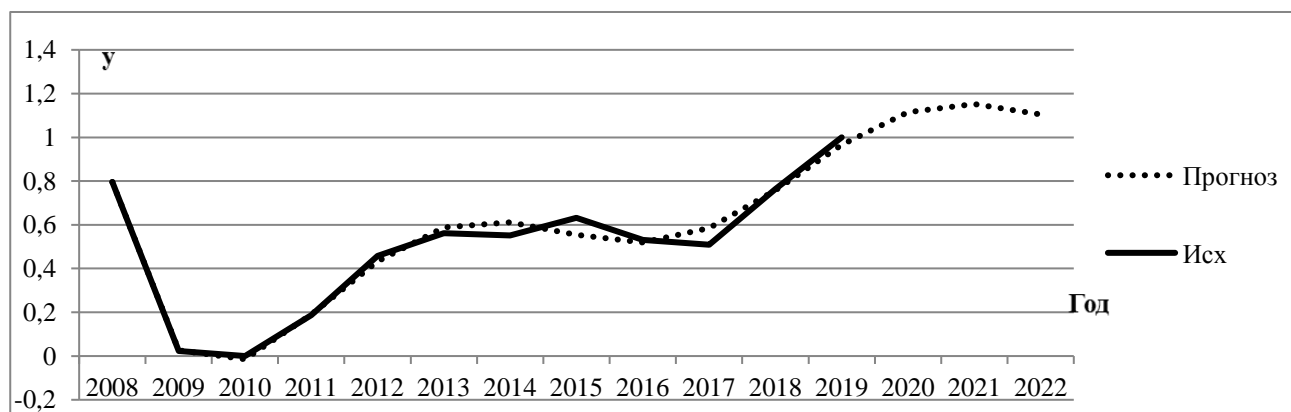


Рисунок 4. Прогноз на три года

## Выводы

Подводя итог, удалось разработать модель стоимости одной единицы площади жилья, и на ее основе составить прогноз на 2020–2022 гг. Была построена модель в пространстве состояний, исследованы её прогнозные свойства. Проведенное исследование показало, что стоимость жилья в последнее время растет. Это подтверждается данными, полученными в ходе моделирования. Однако при определенном развитии неконтролируемых и контролируемых факторов стоимость жилья может как увеличиваться, так и уменьшаться. Регулировать стоимость можно за счет изменения управляемого фактора – средняя ставка кредитования.

## Список использованных источников и литературы

1. Королева А. М. Роль рынка недвижимости в экономике государства // Общество: политика, экономика, право. – 2016. № 6. – С. 71-73.
2. Рынок недвижимости, его роль и место в национальной экономике [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://refleader.ru/jgeujgmerpolrna.html> (Дата обращения: 07.07.2020)
3. Средняя цена 1 кв.м. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://showdata.gks.ru/report/277332/> (Дата обращения: 07.07.2020)
4. Гераськина И. Н., Затонский А. В. Моделирование тренда инвестиционной и строительной деятельности Российской Федерации // Вестник МГСУ. – 2017. Т. 12. № 11 (110). – С. 1229-1239.
5. Володина Ю. И. Сравнение моделей прогнозирования временных рядов // Материалы Шестой Всероссийской научно-практической конференции. – 2017. – С. 82-84.
6. Численность постоянного населения в среднем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://showdata.gks.ru/report/278930/> (Дата обращения: 09.07.2020)
7. Показатели рынка жилищного (ипотечного жилищного) кредитования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://cbr.ru/statistics/bank\\_sector/mortgage/](https://cbr.ru/statistics/bank_sector/mortgage/) (Дата обращения: 10.07.2020)
8. Годовой объем ввода жилья [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://showdata.gks.ru/report/273352/> (Дата обращения: 10.07.2020)
9. Янченко Т. В., Затонский А. В. Определение оптимальной ранжировки частных критериев оценки краевого социального ресурса // Экономика и менеджмент систем управления. – 2013. № 4 (10). – С. 99-104.
10. Затонский А. В., Сиротина Н. А. Преимущества дифференциальной модели сложной экономической системы // Образование. Наука. Научные кадры. – 2012. № 8. – С. 98-102.

## List of references

1. Koroleva A. M. The role of the real estate market in the state economy // Society: politics, economics, law. – 2016. No. 6. – P. 71-73.
2. The real estate market, its role and place in the national economy, <http://refleader.ru/jgeujgmerpolrna.html>, accessed 07/07/2020.

3. Average price of 1 sq.m., <https://showdata.gks.ru/report/277332/>, accessed 07/07/2020.
4. Geraskina I. N., Zatonskiy A.V. Modeling the trend of investment and construction activities of the Russian Federation // Vestnik MGSU. – 2017. T. 12. No. 11 (110). – P. 1229-1239.
5. Volodina Yu. I. Comparison of time series forecasting models // Materials of the Sixth All-Russian Scientific and Practical Conference. – 2017. – P. 82-84.
6. Number of resident population on average, <https://showdata.gks.ru/report/278930/>, accessed 07/09/2020.
7. Indicators of the market for housing (mortgage) lending, [https://cbr.ru/statistics/bank\\_sector/mortgage/](https://cbr.ru/statistics/bank_sector/mortgage/), accessed 07/10/2020.
8. Annual volume of housing commissioning, <https://showdata.gks.ru/report/273352/>, accessed 07/10/2020.
9. Yanchenko T. V., Zatonskiy A. V. Determination of the optimal ranking of private criteria for assessing the regional social resource // Economics and management of control systems. – 2013. No. 4 (10). – P. 99-104.
10. Zatonskiy A. V., Sirotina N. A. Advantages of a differential model of a complex economic system // Education. The science. Scientific personnel. – 2012. No. 8. – P. 98-102.

**МАРЧЕНКО Д. С., ГРИГОРЬЕВЫХ А. В., РОЧЕВ К. В.,  
ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ХРАНЕНИЯ  
АВТОРИЗАЦИОННЫХ ДАННЫХ**  
*УДК 004, ВАК 05.13.00, ГРНТИ 20.00.00*

Информационная система хранения авторизационных данных

Information system for storage of authorization data

**Д. С. Марченко, А. В. Григорьевых,  
К. В. Рочев**

**D. S. Marchenko, A. V. Grigor'evykh,  
K. V. Rochev,**

Ухтинский государственный  
технический университет, г. Ухта

Ukhta state technical university,  
Ukhta

*Данная статья рассматривает основные проблемы разработки менеджеров паролей с локальным хранением данных. Актуальность статьи заключается в предложенных алгоритмах защиты информации для различных вариантов авторизации пользователя в системе, которые позволяют использовать систему, построенную с использованием предложенных алгоритмов, на предприятиях критической информационной инфраструктуры.*

*This article discusses the main problems of developing password managers with local data storage. The relevance of the article lies in the proposed information protection algorithms for various options for user authorization in the system, which allow you to use the system built using the proposed algorithms in enterprises of critical information infrastructure.*

**Ключевые слова:** менеджер паролей, криптографическая защита информации, биокриптография, fuzzy vault scheme, eigenfaces, симметричное шифрование.

**Key words:** password manager, cryptographic information protection, biocryptography, fuzzy vault scheme, eigenfaces, symmetric encryption.

## **Введение**

С увеличением количества социальных сетей, мессенджеров, мобильных приложений, десктопных приложений, веб-приложений, банковских сервисов пользователям становится все сложнее запоминать, придумывать и управлять данными для авторизации в каждом используемом приложении и системе.

Например, сотрудники современных предприятий, в том числе нефтяной и газовой промышленности, имеют аккаунты в десятках информационных систем и специализированных программах. Это позволяет им успешно выполнять свои трудовые функции и должностные обязанности.

Но одной из основных проблем наличия широкого парка эксплуатируемых информационных систем является необходимость:

— создания в них для каждого пользователя персональной учетной записи или аккаунта;



следованию компании SplashData [8], некоторые длинные пароли, использующие словарные слова, входят в топ-25 самых часто взламываемых паролей.

- 1) iloveyou (8 место);
- 2) lovely (18 место);
- 3) welcome (20 место);
- 4) princess (22 место);
- 5) dragon (23 место).

В-четвертых, это обусловлено тем, что при составлении пароля пользователь использует личную информацию, такую как свое имя, фамилию, дату рождения, род деятельности, что делает пароль уязвимым к направленным атакам, использующим социальную инженерию.

Учитывая вышеизложенные причины взлома учетных записей, можно сформулировать требования к паролям, соблюдение которых значительно повысит безопасность учетных записей пользователя.

– Использовать сильный пароль. Под сильным паролем будем понимать пароль, который состоит более чем из 8 символов, не содержит словарных слов, не содержит личной информации, а также имеет большой алфавит, то есть содержит символы различного регистра, цифры и специальные символы. Более формально, будем понимать под сильным паролем такой пароль, энтропия которого не ниже 60 бит.

– Для каждого используемого сервиса использовать уникальный пароль, который значительно отличается от паролей для других сервисов.

– Регулярно (не реже, чем 1 раз в 6 месяцев) менять пароли на всех используемых сервисах.

Помимо учетных записей и паролей, большую ценность для киберпреступников представляют данные банковских карт. Такие данные пользователи часто хранят в открытом виде на ПК и смартфонах, что делает их уязвимыми к различного рода вредоносному ПО. Так, согласно исследованию ведущей международной компании по противодействию финансовым киберпреступлениям IB-Group [9], ущерб экономике РФ за период со второй половины 2018 года по вторую половину 2019 года составил порядка 500,000,000 рублей, и это при том, что учитывались данные только по организованной киберпреступности, что показано на рисунке 2.

| Сегмент рынка в России                      | Кол-во групп | Общее число успешных атак | Средняя сумма одного хищения | Средняя сумма хищения | H2 2018- H1 2019 (в RUR) |
|---|--------------|---------------------------|------------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Хищения у юридических лиц с троянами для ПК | 2            | 0,5                       | 500 000 Р                    | 250 000 Р             | 62 250 000 Р             |
| Хищения у физических лиц с Android троянами | 5            | 40                        | 11 000 Р                     | 440 000 Р             | 109 560 000 Р            |
| Целевые атаки на банки                      | 3            | —                         | 31 000 000 Р                 | —                     | 93 000 000 Р             |
| Фишинг                                      | 11           | 435                       | 800 Р                        | 348 000 Р             | 86 652 000 Р             |
| Обналичивание похищаемых средств            | —            | —                         | —                            | 467 100 Р             | 158 157 900 Р            |
| <b>Итого</b>                                | —            | —                         | —                            | <b>1 038 000</b>      | <b>509 619 900 Р</b>     |

Рисунок 2. Данные об ущербе экономике от киберпреступлений по сегментам

Как видно из сегментации рынка киберпреступлений, значительная часть

похищенных денег приходится на атаки с использованием вредоносного ПО, будь то настольные ПК или смартфоны на базе Android. Следовательно, небезопасно хранить банковские данные в незашифрованном виде на устройстве (будь то записка, запись, личные сообщения в соц. сетях или встроенная в браузер функция автозаполнения).

Очевидно, что с учетом количества используемых сервисов, обычный пользователь не в состоянии придумывать и запоминать абсолютно случайные, длинные пароли для каждого используемого сервиса, а также данные множества банковских карт, поэтому необходима учетная система, которая позволит **безопасно** хранить такие данные, таким образом полностью освобождая пользователя от необходимости держать все в памяти. Такую систему обычно называют менеджером паролей.

В рамках данной статьи приводится классификация менеджеров паролей по ключевым критериям, а также рассматриваются основные проблемы разработки менеджера паролей в рамках выбранной классификации, наряду с обоснованием актуальности разработки менеджера паролей именно в рамках выбранной классификации.

### Описание предметной области

Менеджер паролей представляет собой систему, которая предоставляет пользователю возможность хранить учетные данные, такие как:

- URL сервиса.
- Логин.
- E-mail.
- Пароль.
- Time-based One-Time Password (TOTP) - OATH-алгоритм создания одноразовых паролей для защищенной односторонней аутентификации (сервер удостоверяется в подлинности клиента).

Помимо хранения учетных данных, некоторые менеджеры паролей предлагают также возможность хранить банковские данные, такие как:

- Номер карты.
- Месяц и год истечения.
- CVC2-код.
- Пин-код.
- ФИО кардхолдера.

Для хранения произвольных конфиденциальных данных некоторые менеджеры паролей предлагают возможность хранить так называемые записки, состоящие из:

- Название записки.
- Текст записки.

Записки удобны для хранения различных записей, поскольку текст записки может содержать произвольную информацию, которая по умолчанию зашифрована таким же образом, как пароль.



Доступ к самому менеджеру паролей осуществляется посредством единственного пароля, называемого мастер-паролем. Таким образом, в теории, при отсутствии прочих угроз, менеджер паролей безопасен настолько, насколько силен мастер-пароль, поэтому мастер-пароль *должен* быть сильным. Однако держать в памяти один сильный пароль также не просто, особенно учитывая тот факт, что его утеря ведет к полной утере всех хранящихся в системе данных, поэтому иногда прибегают к доступу на основе биометрических данных, таких как лицо, зрачок или отпечаток пальца.

Рассмотрим детально классификацию менеджеров паролей по ключевым с точки зрения удобства использования и безопасности критериям, а также оценим основные достоинства и недостатки классов.

### *Классификация по размещению данных*

– С размещением данных на удаленном сервере. В таких системах пользовательские данные сохраняются на удаленном сервере. Взаимодействие с сервером, как правило, происходит по протоколам HTTP/HTTPS.

#### 1) Достоинства.

а. Система защищена настолько, насколько защищен сервер. В случае, если сервера компании-разработчика являются безопасными, а ПО на них регулярно обновляется, можно считать систему хорошо защищенной.

б. Экономия памяти устройства.

в. Простая синхронизация между устройствами. Поскольку данные привязаны к аккаунту, а не к устройству, доступ к аккаунту с любого устройства есть то же самое, что и доступ к данным.

г. Высокая надежность данных. В случае, если компания-разработчик позаботилась о резервном копировании, как программном, так и аппаратном (например, RAID), вероятность потери данных крайне мала.

#### 2) Недостатки.

а. Необходимость доверять компании-разработчику. Почти все вышеуказанные достоинства имеют место только при добросовестной работе компании-разработчика менеджера паролей. Гарантию такой работы (SLA) могут получить только крупные корпоративные клиенты, либо физические лица, заключившие договор на возмездной основе. Рядовой пользователь не может быть уверен в том, что его менеджер паролей не содержит активно эксплуатируемых уязвимостей, что его данные не передаются третьим лицам, что сервера, на которых располагаются данные, будут работать бесперебойно на протяжении длительного времени.

б. Необходимость в интернет-соединении. Поскольку данные хранятся удаленно, получить их можно только имея доступ в Интернет.

в. Высокая активность хакерских группировок. Сервера с конфиденциальной информацией многих пользователей являются постоянной целью атак как одиночных хакеров, так и скоординированных групп, что ставит под угрозу безопасность и целостность находящихся на серверах данных.

г. Невозможность использования на предприятиях КИИ ввиду того, что данные сохраняются на удаленных серверах частных компаний.

– С размещением данных локально. В таких системах пользовательские данные сохраняются локально на устройстве.

1) Достоинства.

а. Локальное хранение повышает безопасность данных, поскольку их эксклюзивным владельцем является сам пользователь, без доступа третьих лиц.

б. При должной реализации безопасного локального хранилища, данные остаются защищенными даже при условии того, что пользовательское устройство скомпрометировано.

в. Для доступа к данным не требуется доступ к Интернету.

г. Потенциальная возможность использования на предприятиях КИИ.

2) Недостатки.

а. Пониженная надежность хранения данных. Поскольку пользовательские устройства (а особенно устройства хранения, такие как HDD и SSD диски) подвержены частым поломкам, хранение данных исключительно на них значительно увеличивает вероятность безвозвратной потери данных в результате выхода из строя различных компонентов пользовательского устройства, что влечет необходимость самостоятельного резервного копирования.

б. Усложненный процесс синхронизации. Поскольку данные хранятся локально, их передача на другое устройство не производится в автоматическом режиме и требует определенных пользовательских действий.

### *Классификация по типу авторизации*

– Авторизация с использованием мастер-пароля. Представляет собой классический метод авторизации, в котором для доступа к системе пользователь должен ввести правильный мастер-пароль.

1) Достоинства.

Высокая надежность. Если используется сильный мастер-пароль, взлом такой системы в теории невозможен, поскольку сложность полного перебора экспоненциально зависима от энтропии мастер-пароля.

2) Недостатки

а. Необходимость запоминать сложный мастер-пароль.

б. Невозможность восстановления мастер-пароля при утере старого.

– Авторизация по биометрическим данным. Метод авторизации, в котором пользователю предлагается предъявить экземпляр своей биометрии для доступа в систему. На сегодняшний день наиболее распространенными типами биометрии являются: отпечаток пальца, лицо, зрачок.

1) Достоинства

а. Высокое удобство использования, поскольку нет необходимости ничего запоминать.

б. В случае корректной реализации новейших биокриптографических алгоритмов, безопасность данных не уступает механизму авторизации по мастер-

пароллю, поскольку шаблон биометрических данных не сохраняется в открытом виде.

## 2) Недостатки

а. Проблема репродуцирования и отзыва. В случае, если шаблон с данными пользовательской биометрии скомпрометирован, использование биометрии становится невозможно в дальнейшем, а все текущие данные, защищенные этой биометрией, также оказываются скомпрометированы.

б. Необходимость в считывающем устройстве (сканер отпечатка пальца, камера, сканер зрачка).

в. Уязвимость к adversarial-атакам по типу False Acceptance (случай, когда на вход распознающей системе предъявляется шаблон, который должен быть отклонен, однако, в результате погрешностей алгоритмов машинного обучения и классификации, принимается).

– Авторизация по файлу. Метод авторизации, в котором пользователю необходимо предоставить специальный файл (как правило, содержащий пароль или криптографический ключ).

### 1) Достоинства.

Высокий уровень безопасности в случае, если файл хранится на съемном физическом носителе.

### 2) Недостатки.

а. Неудобство в использовании, поскольку необходимо иметь под рукой съемный физический носитель.

б. Низкая безопасность в случае, если файл хранится на одном устройстве с данными.

в. Низкая надежность информации, поскольку съемные физические носители подвержены поломкам.

– Авторизация по смарт-карте. Метод авторизации, в котором пользователь должен предъявить смарт-карту с предварительно записанной на ней информацией по расшифровке данных. Устаревший в широких массах метод, который, тем не менее, не утратил популярность в крупных компаниях, где смарт-карты персонализированы.

### 1) Достоинства.

а. Высокий уровень безопасности.

б. Возможность идентификации лица, осуществившего вход в систему в случае, если смарт-карта содержит такую идентифицирующую информацию.

### 2) Недостатки.

а. Неудобство в использовании, поскольку необходимо иметь под рукой смарт-карту.

б. Необходимость наличия смарт-карт и устройств для их считывания.

в. Уязвимость к атакам «изнутри» в корпоративной среде, когда недобросовестный сотрудник передает свою смарт-карту третьим лицам.

– Комбинированные методы авторизации. Например, система может запрашивать и мастер-пароль, и авторизационный файл или наоборот, одно из двух.

### 1) Достоинства.

а. В случае, если система запрашивает несколько авторизационных артефактов, безопасность значительно повышается (например, если система запрашивает и мастер-пароль, и биометрические данные, то даже при условии скомпрометированного мастер-пароля, злоумышленник не сможет получить доступ к такой системе).

б. Высокое удобство использования в случае, если система запрашивает один из нескольких авторизационных артефактов (например, иногда пользователю удобнее предъявить отпечаток пальца, чем вводить мастер-пароль).

## 2) Недостатки.

а. Низкое удобство использования в случае, если система запрашивает несколько авторизационных артефактов.

б. В случае, если система запрашивает один из нескольких авторизационных артефактов, безопасность системы равна безопасности слабейшего артефакта.

### *Классификация по шифрованию данных*

– Системы без шифрования данных. В таких системах пользовательские данные хранятся в открытом виде, доступном для просмотра неавторизованными лицами.

## 1) Достоинства.

Простота реализации систем без шифрования.

## 2) Недостатки.

а. Низкая безопасность. Системы без шифрования не подходят для хранения важных данных.

б. Невозможность использования на предприятиях КИИ.

– Системы с шифрованием данных. В таких системах пользовательские данные хранятся в зашифрованном виде, недоступном для просмотра неавторизованными лицами.

## 1) Достоинства.

а. Высокая безопасность.

б. Потенциальная возможность использования таких систем на предприятиях КПИ.

## 2) Недостатки.

Сложность реализации систем с шифрованием, поскольку необходимо использование криптографических методов защиты информации.

### *Классификация по аппаратной зависимости*

– Одноплатформенные системы. Такие системы распространяются только под определенную платформу (операционную систему), например, Windows или Mac.

## 1) Достоинства.

а. Широкие возможности для оптимизации.

б. Возможность использовать встроенные средства и утилиты платформы.

## 2) Недостатки.

Потеря большей части потенциальных пользователей.

– Кроссплатформенные системы. Такие системы распространяются под несколько платформ (различные десктопные ОС, мобильные платформы).

## 1) Достоинства.

Значительное увеличение количества пользователей.

## 2) Недостатки.

а. Сложность разработки и сопровождения.

б. Более узкие по сравнению с одноплатформенными системами возможности для оптимизации.

*Классификация по сохраняемым данным*

– Системы с возможностью хранения только данных учетных записей.

## 1) Достоинства.

Простота реализации.

## 2) Недостатки.

Низкое удобство использования в случае, когда необходимо хранить другие виды конфиденциальных данных.

– Системы с возможностью хранения различных конфиденциальных данных.

## 1) Достоинства.

Высокое удобство использования.

## 2) Недостатки.

а. Сложность разработки.

б. Необходимость стандартизации наборов полей, относящихся к тому или иному типу конфиденциальных данных. Такая стандартизация может не подходить некоторым пользователям.

**Постановка задачи и обоснование актуальности**

Предложенная система, согласно классификации выше, относится к следующим классам.

Таблица 2. Классификация предложенной системы

| Параметр             | Класс   | Обоснование   |
|----------------------|---|---|
| По размещению данных | С размещением данных локально, с возможностью резервного копирования и синхронизации  | Локальное хранение данных значительно повышает безопасность и сокращает расходы на сопровождение системы. Помимо этого, локальное хранение данных является необходимым условием для использования системы на предприятиях КИИ   |
| По типу авторизации  | Смешанная авторизация с использованием мастер-пароля и биометрии по лицу по схеме «одно из двух» (для авторизации необходимо и достаточно предоставить либо мастер-пароль, либо предъявить биометрические данные) | Использование мастер-пароля является де-факто стандартом любого менеджера паролей, так как обеспечивает наибольшую безопасность, в то время как использование биометрической авторизации значительно повышает удобство использования системы, а использование современных алгоритмов биокриптографии избавляет от необходимости хранить шаблон биометрических данных в открытом виде, обеспечи- |

|                           |   |   |
|---------------------------|---|---|
|                           |   | вая таким образом безопасность, не уступающую безопасности при использовании мастер-пароля  |
| По шифрованию             | С шифрованием как конфиденциальных данных, так и биометрического шаблона                                    | Несмотря на сложность разработки систем с шифрованием данных, шифрование является необходимым условием обеспечения безопасности системы с локальным хранением данных, что является критически важным условием для использования системы на предприятиях КИИ |
| По аппаратной зависимости | Кроссплатформенная  | Кроссплатформенность значительно увеличивает потенциальную аудиторию пользователей системы, в то время как современные средства разработки позволяют достаточно легко разрабатывать кроссплатформенные системы  |
| По сохраняемым данным     | С возможностью хранения различных данных, а именно: данных учетных записей, данных банковских карт, заметок | Широкий набор вариантов данных для хранения значительно повышает удобство использования системы   |

Система должна выполнять следующие функции:

– Учет авторизационных данных.

К авторизационным данным относятся:

- 1) название сервиса;
- 2) логин;
- 3) e-mail;
- 4) пароль;
- 5) URL ресурса;
- 6) примечания.

– Учет данных банковских карт. К банковским данным относятся:

- 1) номер карты;
- 2) месяц и год истечения;
- 3) имя кардхолдера;
- 4) CVV2-код;
- 5) пин-код.

– Учет заметок. Заметка содержит:

- 1) название;
- 2) текст заметки.

– Генерация сильных паролей с возможностью настройки длины и используемого набора исходных символов для генерации.

– Генерация Time-based One-time password с интервалом 30 секунд на основе разделяемой секретной строки.

– Аудит паролей. В аудит входит:

- 1) выявление слабых паролей;

- 2) выявление коротких паролей;
- 3) выявление старых паролей (такие пароли, которые не обновлялись более полугода);
- 4) выявление паролей-дубликатов, то есть таких паролей, которые используются на нескольких сервисах.

- Группировка данных с помощью системы тегов. Поиск по тегам.
- Возможность создания защищенного резервного файла и восстановления из него.
- Возможность синхронизации с помощью защищенного резервного файла через облачный сервис Google Drive.
- Обновление мастер-пароля.
- Автоматическая очистка буфера обмена.
- Автоматическое шифрование данных и блокировка системы при отсутствии пользовательской активности.
- Ручная блокировка системы.

### **Предложенные методы защиты информации при локальном хранении данных**

#### *Шифрование и дешифрование данных в случае аутентификации по паролю.*

Используем схему, известную как Password-based encryption (PBE). В данной схеме, пароль служит для репродуцирования криптографического ключа. Несмотря на наличие существующих алгоритмов, предложенный собственный вариант является более устойчивым к различным криптографическим атакам.

Алгоритм шифрования:

а. Получим File Encryption Key (FEK) на основе пароля и случайно сгенерированной соли с помощью Key Derivative Function (KDF) PBKDF2, как показано в формуле (1). Соль и другие параметры алгоритма PBKDF2 (количество итераций, digest-функция, keylen) можно хранить локально в незашифрованном виде, поскольку PBKDF2 является устойчивым к атакам перебором по словарю за счет реализации замедления хеширования даже в атаках с использованием GPU.

$$FEK = PBKDF2(password, salt, iterations\_count, keylen, digest) \quad (1)$$

б. В качестве алгоритма симметричного шифрования был выбран алгоритм семейства Advanced Encryption Standard, а именно AES-256-GCM с длиной ключа 256 бит и счетчиком с аутентификацией Галуа [1], который позволяет не только шифровать данные, но и осуществлять проверку подлинности и целостности с помощью аутентификационных тегов. Свойством алгоритмов со счетчиками является то, что они не кодируют plaintext напрямую, вместо этого они кодируют случайный вектор, добавляя в его конец счетчик на каждой итерации, и складывают этот закодированный вектор с plaintext-блоком по модулю 2, тем самым усложняя процесс атак методом частотного анализа. Для таких алгоритмов дополнительным параметром является сам случайный вектор, который принято называть Initialization vector (IV), который также генерируется случайным образом вместе с солью, как показано на рисунке 3. Зашифруем файл с данными с

помощью алгоритма AES-256-GCM случайно сгенерированным ключом File Encryption Key (FEK), как показано в формуле (2).

$$ENCRYPTED\_DATA = AES - 256 - GCM - ENC_{FEK}(FILE\_CONTENTS) \quad (2)$$

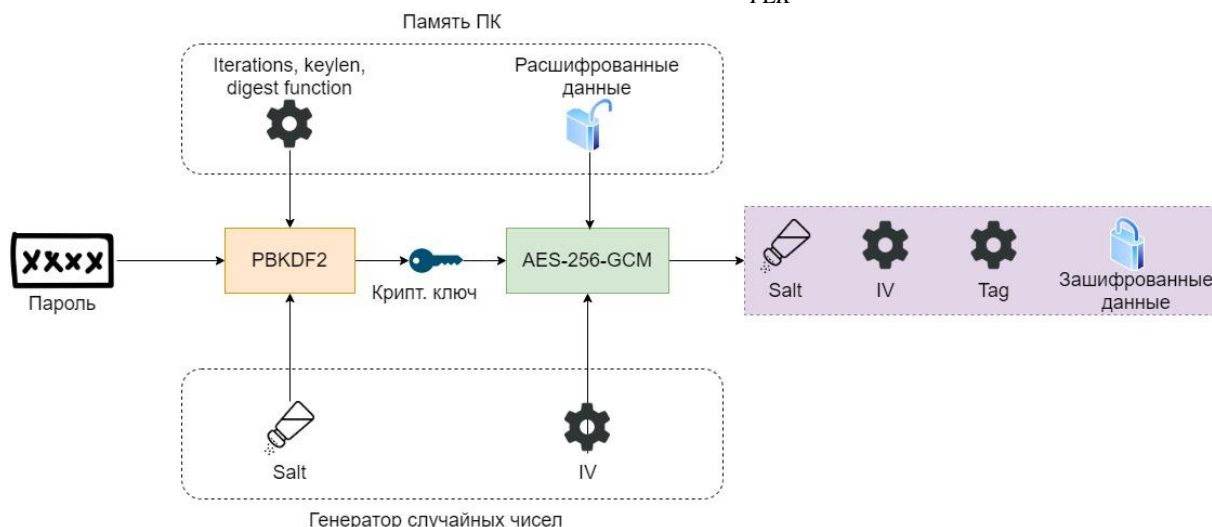


Рисунок 3. Предложенная схема шифрования данных на основе пароля

Алгоритм дешифрования:

а. Воспроизведем FEK по формуле (3).

$$FEK = PBKDF2(password, salt, iterations\_count, keylen, digest) \quad (3)$$

б. Дешифруем файл с помощью FEK используя функцию-дешифратор AES-256-GCM и извлеченные из памяти параметры алгоритма, сохраненные на этапе шифрования, как показано в формуле (4).

$$FILE\_CONTENTS = AES - 256 - GCM - DEC_{FEK}(ENCRYPTED\_DATA) \quad (4)$$

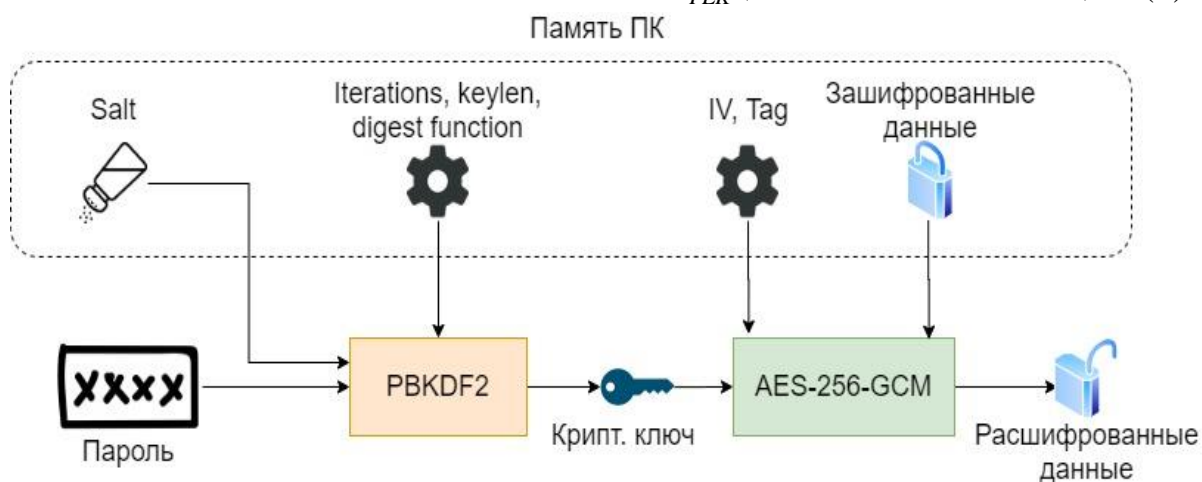


Рисунок 4. Предложенная схема дешифрования данных на основе пароля

Схематично источники данных для дешифрования показаны на рисунке 5.



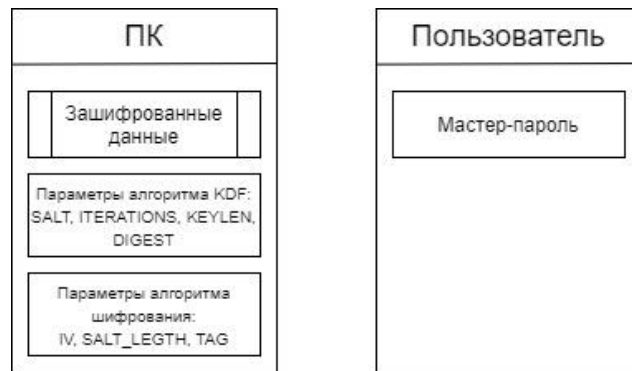


Рисунок 5. Схема распределения данных между устройством и пользователем

Поскольку подбор криптографического ключа длиной 256 бит является невыполнимой с точки зрения вычислимости задачи, единственным способом взлома предложенной криптографической системы является подбор пароля. Даже если атакующему известны все параметры алгоритма, такие как соль, IV, аутентификационный тег, система остается защищенной настолько, насколько защищен мастер-пароль, поскольку нет других способов воспроизвести ключ. Более того, функция pbkdf2 реализует так называемое «медленное хеширование» на основе параметра количества итераций, т.е. значительно замедляет скорость собственной работы, причем этот параметр влияет на сам результат (злоумышленник не может просто отключить его, поскольку получит уже другой криптографический ключ), тем самым на несколько порядков замедляя атаки полным перебором. Принцип Керкгоффа гласит что в засекреченном виде держится только определённый набор параметров алгоритма, называемый ключом, а сам алгоритм шифрования должен быть открытым. Таким образом, предложенная система удовлетворяет данному принципу (секретный набор параметров ограничен мастер-паролем).

#### *Шифрование и дешифрование данных в случае аутентификации по биометрии.*

В качестве алгоритма, обеспечивающего защиту информации при авторизации с помощью биометрии, а именно с помощью лица, была предложена собственная схема, базирующаяся на работах Джуэлса и Воттенберга 1999 года, получившая название *fuzzy vault* [2]. Дело в том, что природа биометрических данных – нечеткая, поэтому использовать изображение лица как криптографический ключ напрямую – невозможно ввиду того, что при каждой новой попытке авторизации мы будем получать разное изображение (разное освещение, наклон, удаленность, выражение лица, стрижка). Поэтому необходим алгоритм, который способен устранять этот недостаток биометрических данных.

#### *Алгоритм шифрования:*

а. Преобразуем биометрические данные в бинарную строку признаков (*binary feature vector*). Для такого преобразования используются различные подходы. Разработанный подход состоит из трех этапов:

– Подготовка данных. Нормализация, перевод в оттенки серого, выделение лица, выравнивание, приведение к одному размеру. Выделение лица можно осуществить с помощью каскадных признаков Хаара, поскольку это является

классической задачей и реализовано в уже предобученных моделях, а нормализация, выравнивание, перевод в оттенки серого и приведение к одному размеру являются классическими задачами обработки изображений и доступны, например, в популярной библиотеке компьютерного зрения OpenCV. Этот шаг важен, поскольку дальнейшие шаги алгоритма предполагают, что на вход подается изображение определенного размера в оттенках серого, содержащее лицо человека, занимающее большую часть изображения, выровненное относительно линии, соединяющей центры глаз.

– Воспользуемся алгоритмом Eigenfaces [4] на подготовленном изображении лица. Суть данного алгоритма заключается в том, чтобы представить изображение лица как линейную комбинацию собственных векторов (eigenvectors) ковариационной матрицы, составленной на обучающей выборке (так называемый метод главных компонент [3]).

Положим что  $\Gamma$  представляет собой  $N^2 \times 1$  вектор, соответствующий gray-scale изображению лица размера  $N \times N$ . Идея алгоритма в том, чтобы представить  $\Gamma$  как линейную комбинацию, показанную в формуле (5).

$$\Gamma = \Psi + w_1 u_1 + w_2 u_2 + \dots + w_K u_K \quad (K \ll N^2) \quad (5)$$

где  $\Psi$  – так называемое «среднее лицо» обучающей выборки.

Для этого сначала необходимо посчитать собственные вектора ковариационной матрицы.

Шаг 1. Получим подготовленные изображения из тренировочной выборки (одного размера, центрированные, в оттенках серого)  $I_1, I_2, \dots, I_M$

Шаг 2. Преобразуем каждое  $I_i$  изображение из матричного представления в вектор-столбец  $\Gamma_i$  путем последовательной конкатенации строк матрицы «сверху-вниз».

Шаг 3. Вычислим «среднее лицо» выборки по формуле (6).

$$\Psi = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \Gamma_i \quad (6)$$

Шаг 4. Вычтем «среднее лицо» из векторов-столбцов, представляющих выборку, по формуле (7).

$$\Phi_i = \Gamma_i - \Psi \quad (7)$$

Шаг 5. Получим ковариационную матрицу по формуле (8).

$$C = \frac{1}{M} \sum_{i=1}^M \Phi_i \Phi_i^T = A A^T \quad (8)$$

$$A = [\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_M]$$

Шаг 6. Посчитаем собственные вектора  $C$ . Для этого можем перейти от матрицы  $A A^T$  к  $A^T A$ , у которой меньший размер ( $M \times M$ ) и, соответственно,  $M$  наибольших ее собственных значений будут соответствовать  $M$  (из  $N^2$ )

наибольшим собственным значениям  $AA^T$  и  $M$  соответствующим собственным векторам, связанным отношением, показанным в формуле (9).

$$u_i = Av_i \quad (9)$$

Где  $u_i$  – собственный вектор матрицы  $AA^T$ , а  $v_i$  – собственный вектор матрицы  $A^T A$

Шаг 7. Возьмем  $K$  лучших собственных векторов.  $K$  подберем эмпирически как длину желаемого криптографического ключа + длину избыточности, введенной энкодером в Fuzzy vault scheme. Это и будет набор собственных векторов, через которые будет выражаться изображение произвольного лица.

Шаг 8. Вектор искомых коэффициентов линейной комбинации определяется как скалярное произведение, показанное в формуле (10).

$$w_j = u_j^T \Phi_i \quad (10)$$

Интуитивно это означает, что каждое лицо можно представить, как линейную комбинацию характерных черт, добавленных к усредненному лицу выборки с коэффициентами значимости. Набор таких коэффициентов и является характеристическим вектором лица.

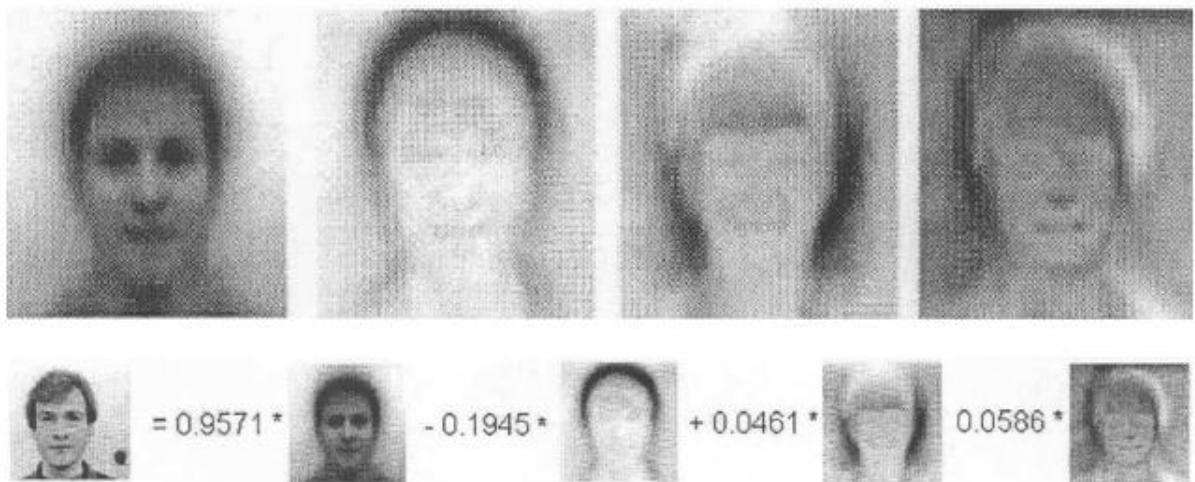


Рисунок 6. Схема распределения данных между устройством и пользователем

Линейная комбинация определяется вектором коэффициентов  $[w_1, w_2, \dots, w_m]$  при неизменном пространстве Eigenfaces. В таком случае, можно применить бинарное квантование данного вектора. Существует множество подходов бинарного квантования, однако простейший предложен в формуле (11) и заключается в том, чтобы заменить элемент вектора нулем в случае, если его значение меньше медианного и единицей в обратном случае.

$$Me = \begin{cases} w_{\frac{m+1}{2}}, m \% 2 = 1 \\ \frac{w_{\frac{m}{2}} + w_{\frac{m+1}{2}}}{2}, m \% 2 = 0 \end{cases} \quad (11)$$

$$\forall w_i : w_i = \begin{cases} 0, w_i \leq Me \\ 1, w_i > Me \end{cases}$$

б. Зашифруем файл с данными с помощью алгоритма симметричного блочного шифрования AES-256-GCM случайно сгенерированным ключом File Encryption Key (FEK), как показано в формуле (12).

$$ENCRYPTED\_DATA = AES - 256 - GCM - ENC_{FEK}(FILE\_CONTENTS) \quad (12)$$

в. Используем FEK и полученный на шаге а бинарный биометрический шаблон в Fuzzy vault scheme, схематично приведенной на рисунке 7. Отметим, что  $|\theta_{ps}| = |\theta_{исх}| = |\theta_{тест}| = |\theta'_{ps}| = K$

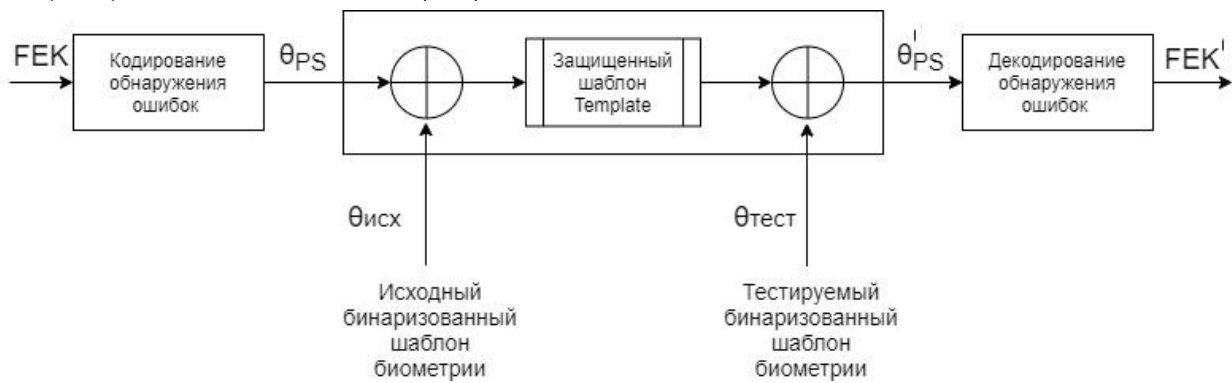


Рисунок 7. Fuzzy vault scheme

В данной схеме на этапе установки исходного шаблона биометрии был получен шаблон (Template) путем сложения по модулю 2 биометрического оригинала, представленного в бинарном виде, и FEK, предварительно зашифрованного алгоритмом из класса кодов обнаружения и исправления ошибок (например, коды Рида-Соломона). Отметим, что после получения Template, и сгенерированный ключ, и исходный биометрический оригинал стираются из памяти, таким образом по Template невозможно восстановить ни сам ключ, ни биометрический оригинал (операция сложения по модулю 2 в данном случае послужила простейшим, но эффективным шифром). При попытке «дешифрования» Template используется повторно полученная биометрия, предварительно бинаризованная. Она складывается по модулю 2 с Template, и эта сумма подается на вход декодера кодов обнаружения и исправления ошибок. Заметим, что если  $\theta_{исх} = \theta_{тест}$ , то  $\theta_{ps} = \theta'_{ps}$  и  $FEK = FEK'$  (в данном случае это практически классическая PBE схема), однако зачастую  $\theta_{исх} \neq \theta_{тест}$ , но довольно близка (формально, отношение дистанции Хэмминга к длине бинарной строки  $< \alpha$ , где  $\alpha$  – эмпирически под-

бираемый параметр, обычно не более 0,2). В данном случае разница в биометрических данных трактуется как ошибки при передаче информации по каналу с помехами, и на основе избыточности, введенной кодировщиком кодов обнаружения и исправления ошибок, при приемлемом уровне различия между  $\theta_{исх}$  и  $\theta_{месл}$  декодер кодов обнаружения и исправления ошибок исправит все ошибки в  $\theta'_{ps}$ , таким образом результируя в  $FEK = FEK'$ . Если же различий в биометрии слишком много, исправятся не все ошибки, и  $FEK \neq FEK'$ , что является ожидаемым поведением. Таким образом, при успешном прохождении биометрической аутентификации, будет сгенерирован  $FEK'$ , равный исходному  $FEK$ . Подчеркнем, что сам  $FEK$ , как и  $\theta_{исх}$  вообще нигде не сохранен, как и в схеме PBE.

г. Сохраним Template локально, очистим память.

Алгоритм дешифрования:

а. Преобразуем биометрические данные в бинарную строку признаков (binary feature vector). Данный шаг аналогичен шагу а алгоритма шифрования.

б. Получим Template, ENCRYPTED\_DATA из памяти.

в. Воспроизведем FEK по формуле (13)

$$FEK = FUZZY\_VAULT\_SCHEME(template, biometric\_data) \quad (13)$$

Заметим, что этот шаг в точности равен второму шагу при шифровании, поэтому запишем его в краткой форме.

г. Дешифруем файл с помощью FEK используя функцию-дешифратор AES-256-GCM, как показано в формуле (14).

$$FILE\_CONTENTS = AES-256-GCM-DEC_{FEK}(ENCRYPTED\_DATA) \quad (14)$$

#### *Прочие методы защиты хранилища*

Помимо описанных выше методов создания защищенного локального хранилища, предложен ряд прочих методов для повышения безопасности:

– Автоматически осуществлять выход из системы и шифрование данных с определенными, заданными пользователем интервалами. Достаточно надежным интервалом будет 5-10 минут.

– Использовать встроенные средства ОС для защиты памяти от чтения другими процессами.

– Для чувствительных данных должно применяться двойное шифрование. Это означает, что даже в расшифрованном состоянии, когда данные системы находятся в оперативной памяти, чувствительные данные (пароли, пин-коды и т.д.) должны быть по-прежнему зашифрованы, и расшифровываться должны только тогда, когда пользователь их запросит

– Автоматически очищать буфер обмена после копирования учетных данных с интервалом, заданным пользователем.

Также предложен ряд профилактических мер безопасности:

– физическая защита помещения и рабочего места с целью предотвращения присутствия в нем посторонних лиц;

– использование брандмауэра;

- использование антивирусного ПО;
- регулярное обновление ПО;
- политика касательно перехода по сторонним ссылкам и посещения подозрительных ресурсов.

### **Заключение**

В рамках данной статьи были выявлены основные функциональные и нефункциональные требования, предъявляемые к системе, а также предложена классификация подобных систем по параметрам, отражающим как безопасность, так и удобство использования таких систем.

Определен периметр безопасности, который позволил выявить возможные опасности, представляющие угрозу системе. После обнаружения угроз были предложены меры по их устранению и профилактике, повышающие уровень безопасности системы, в том числе приведены некоторые собственные криптографические схемы защиты конфиденциальной информации, а именно собственная схема шифрования данных, основанная на пароле и базирующаяся на ранних работах в области биокриптографии схема получения криптографического ключа с помощью биометрических данных лица человека, и доказана их корректность в рамках данной системы.

Внедрение информационных систем хранения авторизационных данных на предприятиях топливно-энергетического сектора:

- Позволит повысить для конечных пользователей культуру обращения с паролями и учетными записями.
- Позволит пользователям увереннее создавать пароли, отвечающие требованиям ИБ и не бояться их забыть или потерять.
- Частично избавит администраторов от необходимости сброса паролей и связанную с этим бюрократическую волокиту.

У предложенной системы есть множество путей дальнейшего развития и доработки, среди которых:

- Введение других видов авторизации, в том числе других биометрических видов авторизации, например, по зрачку, по отпечатку пальца, а также мультимодальных.
- Введение дополнительных параметров аудита паролей, например, паролей на потенциально ненадежных сервисах или паролей, которые могли быть скомпрометированы.

### **Список использованных источников и литературы**

1. Улучшенный стандарт шифрования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/FIPS/NIST.FIPS.197.pdf> (Дата обращения: 11.03.2020).
2. Схема нечеткого хранилища [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.arijuels.com/wp-content/uploads/2013/09/JS06.pdf> (Дата обращения: 14.03.2020).
3. Метод главных компонент [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=\(PCA\)](http://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=(PCA)) (Дата обращения: 06.04.2020).

4. Собственные лица: восстановление людей от призраков – К науке о данных [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://towardsdatascience.com/eigenfaces-recovering-humans-from-ghosts-17606c328184> (Дата обращения: 05.04.2020).

5. Количество выставленных записей выросло на 112% в третьем квартале [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.riskbasedsecurity.com/2019/11/12/number-of-records-exposed-up-112/> (Дата обращения: 10.04.2020).

6. Большинство взломанных паролей, выявленных в результате киберопроса в Великобритании, выявляют пробелы в онлайн-безопасности [Электронный ресурс]. – Режим доступа <https://www.ncsc.gov.uk/news/most-hacked-passwords-revealed-as-uk-cyber-survey-exposes-gaps-in-online-security> (Дата обращения: 10.04.2020).

7. Крупнейшие в мире нарушения данных и хаки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.informationisbeautiful.net/visualizations/worlds-biggest-data-breaches-hacks/> (Дата обращения: 11.04.2020).

8. SplashData выпускает худшие пароли года [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://montreal.ctvnews.ca/123456-is-the-worst-password-of-the-year-again-duh-1.4740652> (Дата обращения: 13.04.2020).

9. Киберугрозы, тенденции и прогнозы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.group-ib.ru/blog/results> (Дата обращения: 16.04.2020).

### List of references

1. FIPS 197, Advanced Encryption Standard (AES) November 26, 2001 <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/FIPS/NIST.FIPS.197.pdf>, accessed 03/11/2020.

2. A Fuzzy Vault Scheme, <https://www.arijuels.com/wp-content/uploads/2013/09/JS06.pdf>, accessed 03/14/2020.

3. Метод главных компонент (PCA) — Викиконспекты, [http://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=\(PCA\)](http://neerc.ifmo.ru/wiki/index.php?title=(PCA)), accessed 04/06/2020.

4. Eigenfaces: Recovering Humans from Ghosts - Towards Data Science, <https://towardsdatascience.com/eigenfaces-recovering-humans-from-ghosts-17606c328184>, accessed 04/05/2020.

5. Number of Records Exposed Up 112% in Q3, <https://www.riskbasedsecurity.com/2019/11/12/number-of-records-exposed-up-112/>, accessed 04/10/2020.

6. Most hacked passwords revealed as UK cyber survey exposes gaps in online security, <https://www.ncsc.gov.uk/news/most-hacked-passwords-revealed-as-uk-cyber-survey-exposes-gaps-in-online-security>, accessed 04/10/2020.

7. World's Biggest Data Breaches & Hacks, <https://www.informationisbeautiful.net/visualizations/worlds-biggest-data-breaches-hacks/>, accessed 04/11/2020.

8. SplashData releases worst passwords of the year, <https://montreal.ctvnews.ca/123456-is-the-worst-password-of-the-year-again-duh-1.4740652>, accessed 04/13/2020.

9. Киберугрозы, тенденции и прогнозы. 2019-2020, <https://www.group-ib.ru/blog/results>, accessed 04/16/2020.

# СУШКЕВИЧ В. В., КУДЕЛИН А. Г. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕТРОГЕНЕРАЦИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ТЕРРИТОРИИ РФ. ПОДСИСТЕМА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОЙ СТОИМОСТИ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ВЕТРОГЕНЕРАЦИИ

УДК 004, ВАК 05.13.00, ГРНТИ 20.00.00

Автоматизированная система оценки эффективности ветрогенерации электроэнергии на территории Российской Федерации. Подсистема оценки стоимости жизненного цикла ветрогенерации

Automated system for assessing the efficiency of wind generation of electricity in the Russian Federation. Subsystem for assessing the installed capacity utilization factor and wind generation efficiency

**В. В. Сушкевич, А. Г. Куделин**

**V. V. Sushkevich, A. G. Kudelin**

Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта

Ukhta State Technical University, Ukhta

*В статье рассматривается разработка подсистемы оценки эффективной стоимости жизненного цикла ветрогенерации, как части общей автоматизированной системы оценки эффективности ветрогенерации электроэнергии на территории Российской Федерации. Представлено исследование предметной области. Рассмотрены аналоги реализуемой подсистемы. Описаны результаты разработки проекта.*

*The article discusses the development of a subsystem for assessing the effective cost of the life cycle of wind generation, as part of a general automated system for assessing the efficiency of electricity wind generation in the Russian Federation. Subject domain research is presented. The analogues of the implemented subsystem are considered. The results of the project development are described.*

**Ключевые слова:** средние приведенные затраты, чистые дисконтированные потоки, ветрогенератор, автоматизированная система.

**Keywords:** levelised cost of energy, net present value, wind turbine, automated system.

## Введение

В наше время основная часть электроэнергии производится на тепловых электростанциях. Далее обычно идут гидроэлектростанции и атомные электростанции. При этом все больше возрастает потребность людей использовать энергетические ресурсы. На данный момент эксплуатируются следующие виды источников энергетической индустрии, а именно: органическое топливо, вода, атомное ядро. Атомная энергия и энергия воды превращаются в электроэнергию, подаются населению для жизнеобеспечения населенных пунктов. Высвобождение энергии происходит за счет процесса горения. В данном случае в атмосферу выделяются продукты горения, что ухудшает экологию местности. В целом энергетическая отрасль влияет



на экономику позитивно. Что касается окружающей среды, то энергетика на нее влияет негативно, а именно:

- способствует климатическим изменениям;
- происходит изменение гидрологического режима рек;
- загрязнение вод Мирового океана химическими веществами;
- влияет на появление кислотных дождей;
- атмосфера загрязняется газами, пылью, вредными выбросами, образуется парниковый эффект;
- происходит радиоактивное и химическое загрязнение литосферы;
- истощаются невозобновимые природные ресурсы.

Основываясь на вышеизложенных фактах, можно предположить, что в будущем человечеству, рано или поздно, придётся переходить на возобновляемые источники энергии (ВИЭ), ведь ресурсы планеты не бесконечны, а экологическая обстановка с каждым годом становится всё хуже и хуже. Одним из основных источников альтернативной энергии является ветер. На территории Российской Федерации, отрасль ветроэнергетики слабо развита, а количество реализованных проектов, в сравнении с западными странами, крайне мало.

На сегодняшний день, существует большое количество компаний, оказывающих консалтинговые услуги в сфере внедрения инновационных технологий в области энергетики, одной из которой является фирма «Flotten AB». Такие компании заинтересованы в создании информационных систем, главной задачей которых, является оценка эффективности ветрогенерации на на выбранной территории для нахождения оптимальных точек установки ветроэлектростанций, исходя из ряда критериев: экономически выгодное решение; погодные условия; оценка силы ветра на определенной территории, необходимой для наибольшего коэффициента использования установленной мощности; сроки окупаемости станции с учётом текущих цен на рынке и т.д.

Поэтому, фирмой «Flotten AB» было принято решение о создании информационной системы для оценки перспективности строительства ветропарков на территории Российской Федерации. Данная информационная система разделена на 4 подсистемы:

- Картографическая подсистема;
- Погодная подсистема;
- Подсистема оценки коэффициента использования установленной мощности ветрогенераторов;
- Подсистема оценки эффективной стоимости жизненного цикла ветрогенерации.

Для выполнения выпускной квалификационной работы была выбрана тема: «Автоматизированная система оценки эффективности ветрогенерации электроэнергии на территории Российской Федерации. Подсистема оценки эффективной стоимости жизненного цикла ветрогенерации».

В картографической подсистеме производится анализ пригодности выбранной местности для строительства ветропарка, путем прокладки маршрутов до ближайшей дороги и населенного пункта. Помимо этого, в картографической подси-

стеме рассматриваются вопросы логистики и кадастров, а именно получение кадастровых данных местности и постройка оптимальных маршрутов доставки оборудования ветрогенератора до нее.

Погодная подсистема формирует историю ветра за год для выбранной территории на основании данных, полученных из сторонних источников. Подсистема выполняет аналитические расчеты, связанные с оценкой ветряного потенциала для выбранной области.

Подсистема оценки КИУМ и эффективности ветрогенерации выполняет расчет коэффициента использования установленной мощности – важнейшей характеристики эффективности работы предприятий электроэнергетики, показывающей на сколько процентов от максимальной мощности, работает установка.

Подсистема оценки эффективной стоимости жизненного цикла генерации электроэнергии выполняет экономические расчеты, связанные с выявлением точной стоимости 1 кВт электричества в определенной области на данный момент времени. Так же, данная подсистема высчитывает стоимость строительства электростанции, с учетом задаваемого оборудования ветропарка и проводимых работ, оценку сроков окупаемости станции и уровня возврата инвестиций.

В данной статье описывается разработка подсистемы оценки эффективной стоимости жизненного цикла ветрогенерации, как части автоматизированной системы «Оценки эффективности ветрогенерации электроэнергии на территории Российской Федерации».

### **Описание предметной области**

Вопрос об эффективности использования ветрогенераторных станций и ВИЭ (возобновляемых источников энергии) в целом поднимается довольно часто. Основной причиной этому служит стоимость единицы электроэнергии, произведенной на станциях, использующих ископаемое сырьё, и стоимость энергии на основе ВИЭ. Существует много показателей влияющих на стоимость электроэнергии. Прежде всего это затраты на строительство и эксплуатацию той или иной станции. Это две основные категории затрат [2]:

1. Инвестиционные затраты (капитальные затраты) – на строительство станции. Основная часть всех инвестиций, как правило, приходится на закупку и доставку необходимого оборудования, строительство зданий и сооружений, приобретение земельного участка, создание инфраструктуры и т.д.

2. Эксплуатационные затраты (операционные, текущие затраты) – затраты непосредственно связанные с выпуском продукции – в нашем случае это выработка электроэнергии на уже построенной станции. Сюда можно отнести оплату труда персонала, затраты на сырьё, материалы и комплектующие, для производства продукции, разного рода сопутствующие затраты и платежи.

В свою очередь, эксплуатационные затраты разделяются на две группы:

- постоянные затраты, независимые от объемов производства продукта, которые необходимо нести даже при отсутствии производства продукта;
- переменные затраты, зависящие от объемов производства продукции, увеличивающиеся с ростом объемов производства и уменьшающиеся при их снижении.

Основное и достаточно очевидное различие в структуре затрат между станциями на ископаемом сырье и на ВИЭ в том, что в первом случае переменные затраты будут высоки, во втором практически отсутствовать.

Запуск электростанции на возобновляемых источниках энергии практически всегда существенно дороже, чем запуск станции на ископаемом сырье, вырабатывающей то же количество энергии. Однако далее обслуживание (эксплуатационные затраты) для станции на ВИЭ практически всегда дешевле из-за отсутствия затрат на энергоносители и, чем выше цены на ископаемое сырье, тем больше преимуществ получают ВИЭ. Теоретически станция на ВИЭ - рано или поздно, окупится относительно станции на ископаемом топливе, но на практике срок окупаемости может превысить срок службы оборудования, то есть окупаемость просто не успеет наступить, даже если речь идёт о простом, а не дисконтированном сроке окупаемости [2].

Снижение инвестиционных затрат для ВИЭ является вопросом научно-технического прогресса, развития технологий, позволяющих более полно и с меньшими затратами использовать естественные энергетические потоки [5].

Для сравнения уровней затрат на производство энергии с использованием традиционных источников энергии и технологий, использующих энергию ветра, может быть использована концепция средних приведённых затрат. Средние приведённые затраты на производство энергии определяют такой уровень затрат на производство энергии по конкретной технологии генерации, при котором затраты равняются доходам на конец установленного срока сравнения затрат или эксплуатации. Средние приведённые затраты представляют собой общую величину затрат за срок службы генерирующей станции, включая все инвестиционные и эксплуатационные затраты за период, стоимость топлива, стоимость капитала. Величина средних приведённых затрат может быть определена на основе следующей формулы [3]:

$$LCOE = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{I_t + M_t + F_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^n \frac{E_t}{(1+r)^t}}, \quad (1)$$

где  $LCOE$  (Levelised cost of energy) – средние приведённые затраты на производство энергии за весь жизненный цикл генерирующей станции;

$I_t$  – инвестиционные расходы в год  $t$ ;

$M_t$  – эксплуатационные и ремонтные затраты в год  $t$ ;

$F_t$  – затраты на топливо в год  $t$ ;

$E_t$  – объём производства энергии в год  $t$ ;

$r$  – ставка дисконтирования денежных потоков;

$n$  – продолжительность жизненного цикла генерирующей станции, лет.

Наилучшим источником сведений о реалистичном уровне капитальных затрат на проекты генерации на основе ветроэнергетики в России с учётом специфики страны могли бы стать реализованные на территории Российской Федерации проекты. Однако перечень уже реализованных проектов в России весьма краток. Соответственно, опыт оценки стоимости строительства и эксплуатации ветрогенерирующих объектов крайне ограничен. В такой ситуации полезным представляется

исследование подходов к оценке затрат инвестиционного характера, а также эксплуатационных расходов, применяющихся в российской электроэнергетике, не ограничиваясь генерирующими мощностями на основе ВИЭ.

Инвестиционные расходы включают в себя следующие виды затрат [3]:

- основное оборудование;
- вспомогательное оборудование;
- строительно-монтажные работы;
- подготовка строительной площадки;
- затраты на управление проектом;
- затраты на проектирование и пуско-наладочные работы;
- транспортные расходы;
- налоги и таможенные платежи, возникающие при строительстве.

В составе эксплуатационных расходов генерирующих станций обычно выделяются следующие статьи затрат [3]:

- ремонт основного оборудования;
- ремонт вспомогательного оборудования, зданий, сооружений и инфраструктурных объектов;
- затраты на персонал;
- налоги и сборы, за исключением налога на имущество организаций;
- налог на имущество организаций;
- затраты на обеспечение безопасности генерирующего объекта;
- затраты на страхование гражданской ответственности и имущественных рисков;
- затраты на сервисное обслуживание генерирующего объекта;
- прочие административные платежи.

Помимо описанной ранее проблемы недостатка подтверждённых структурированных первичных данных, проявляются и иные трудности, частично связанные с характерными особенностями затрат на эксплуатацию [3]:

- сложно унифицируемые ремонтные программы – даже в рамках одной технологии различное оборудование предполагает существенно разные затраты и способы отражения данных затрат, например, сервисное обслуживание, предусматривающее в том числе плановые ремонты, зачастую оформляется отдельным договором с включением большей части расходов в состав капитальных затрат;
- уровень затрат на персонал также зависит от политики конкретной компании, при этом в составе данных издержек могут в той или иной степени учитываться расходы на обучение персонала;
- необходимость страхования тех или иных рисков и ответственности, а также обоснованность расходов на страхование;
- вопросы экономической обоснованности (необходимости и достаточности) соответствующих затрат.

Ветровая энергия представляет один из наиболее дешевых возобновляемых источников энергии. Проблема широкого использования ветроэлектрических установок в энергетике связана с их экономической эффективностью и конкурентоспособностью по сравнению с традиционными системами [5].

Стоимость установленной мощности возобновляемых источников энергии для конкретного региона, в том числе ветроэлектрических установок, как мы уже выяснили включает стоимость производства соответствующего оборудования, расходы по его транспортировке на место установки, стоимость строительства и сопровождения. Определение стоимости установки, а также ресурса её работы позволяют установить стоимость вырабатываемой полезной энергии.

Важным показателем оценки проектов такого масштаба является критерий NPV (англ. – Net Present Value). Этот критерий выражается следующей формулой:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{CF_t}{(1+r)^t}, \quad (2)$$

где  $NPV$  – чистая стоимость денежных потоков;

$CF_t$  – ожидаемый денежный поток за год  $t$ ;

$r$  – ставка дисконтирования денежных потоков;

$n$  – продолжительность жизненного цикла генерирующей станции, лет.

Понятие чистой приведенной стоимости широко используется в инвестиционном анализе для оценки различных видов капиталовложений. Также с его помощью сравнивают несколько предложений и выбирают оптимальное. Считается: чем выше значение NPV, тем выгоднее инвестиционные вложения.

На сегодняшний день не существует таких систем, которые полностью бы имели весь необходимый функционал для полной оценки эффективной стоимости жизненного цикла ветрогенерации, а существующие сервисы, решающие отдельные задачи, требуют огромных временных затрат для проведения предварительных расчетов используемых параметров. Помимо этого, подсистема эффективной стоимости жизненного цикла электрогенерации неразрывно связана с остальными подсистемами, что делает невозможным её обособленную разработку.

На сегодняшний день отрасль возобновляемой энергетики в России недостаточно развита, поэтому и идея о создании инструмента, позволяющего будущим инвесторам, значительно упрощать процесс оценки перспективности строительства ветропарка в заданном месте, является достаточно новой.

Подсистема оценки эффективной стоимости жизненного цикла ветрогенерации призвана снизить трудоемкость процесса оценки перспективности строительства ветроэлектростанции путём упрощения следующих видов аналитических действий:

- подсчёт инвестиционных затрат;
- подсчёт эксплуатационных затрат;
- определение чистых денежных потоков с продажи электроэнергии;
- расчет показателя средних приведенных затрат;
- расчет показателя возврата инвестиций.

На стадии предпроектного обследования, основываясь на описании предметной области, была разработана контекстная диаграмма «как будет» первого уровня (Рисунок 1). При её декомпозиции были построены более детализированные диаграммы потоков данных второго (Рисунок 2) и третьего уровней (Рисунок 3).

На основе диаграмм была построена логическая модель базы данных, которая включает в себя перечень сущностей разрабатываемой подсистемы, выделенных в ходе описания предметной области, их атрибуты, а также взаимосвязи между сущностями других подсистем (Рисунок 4). Основной базой данных является информация необходимая для полной оценки перспективности строительства ветропарка на заданной области. Таблицы подсистем взаимодействуют между собой, производя общий результат работы автоматизированной системы.

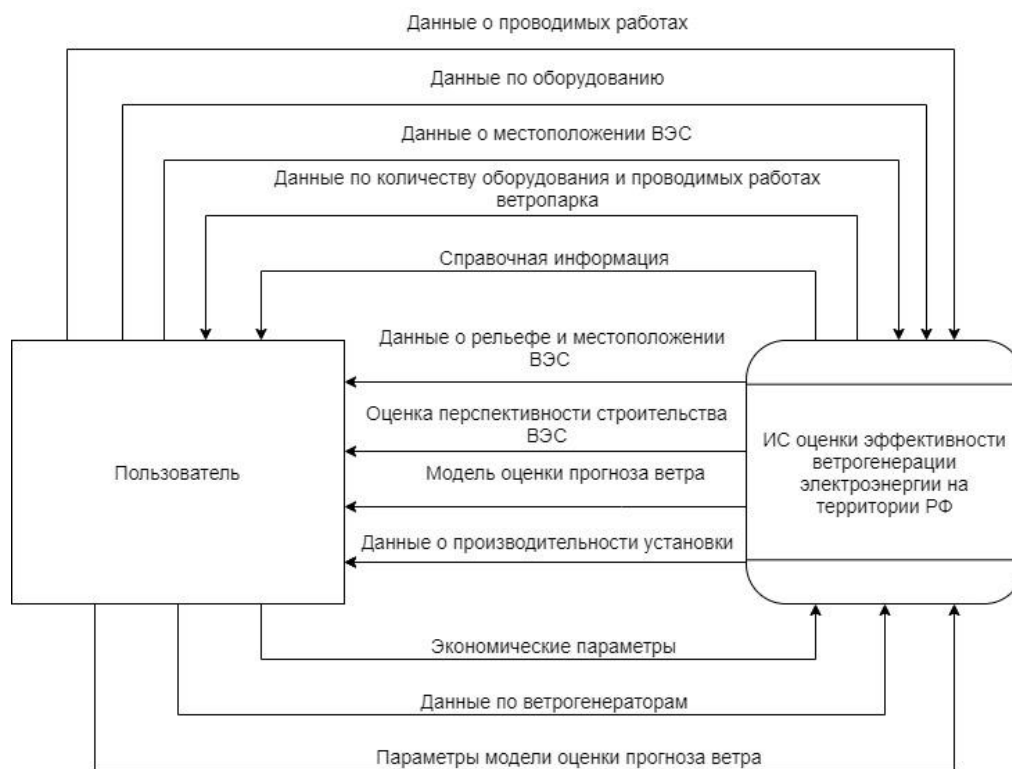


Рисунок 1. Функциональная модель уровня анализа «как будет» (первый уровень)

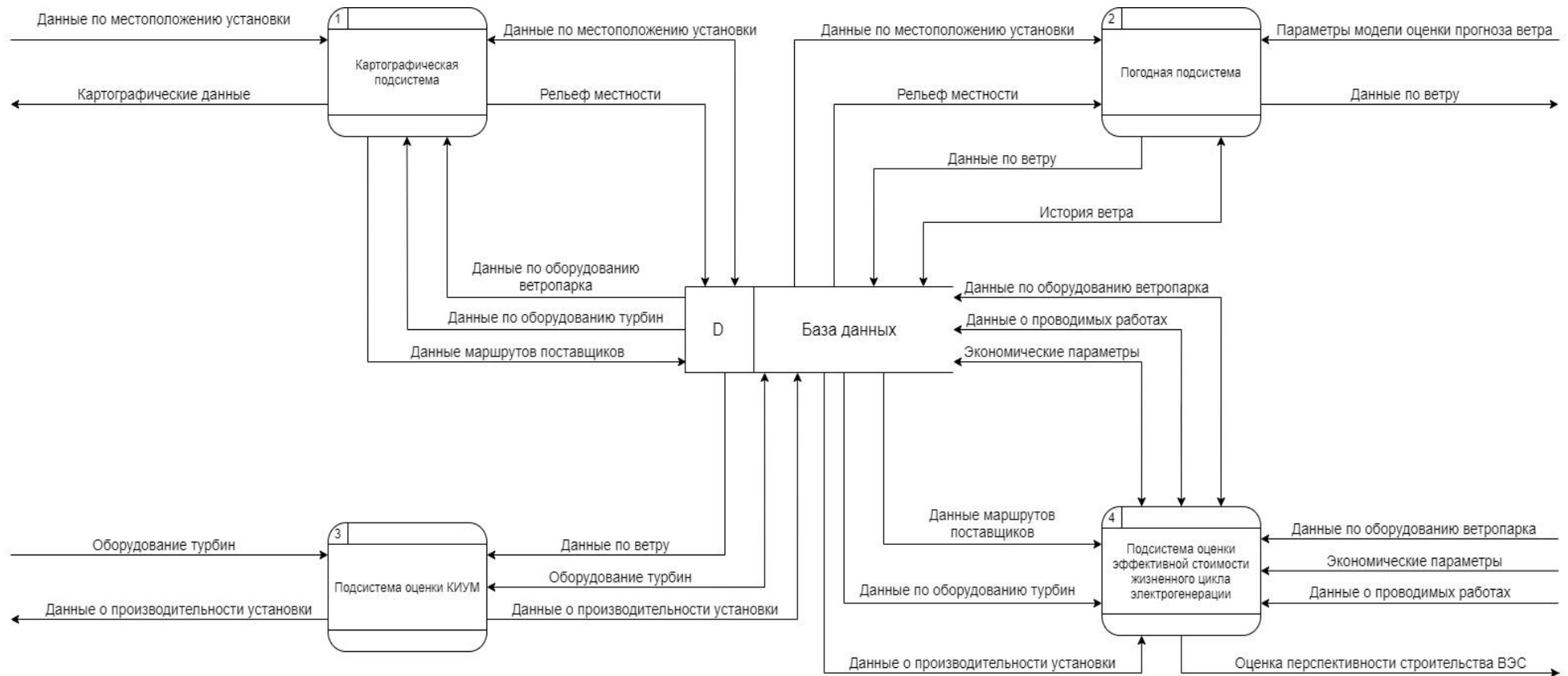


Рисунок 2. Функциональная модель уровня анализа «как будет» (второй уровень)

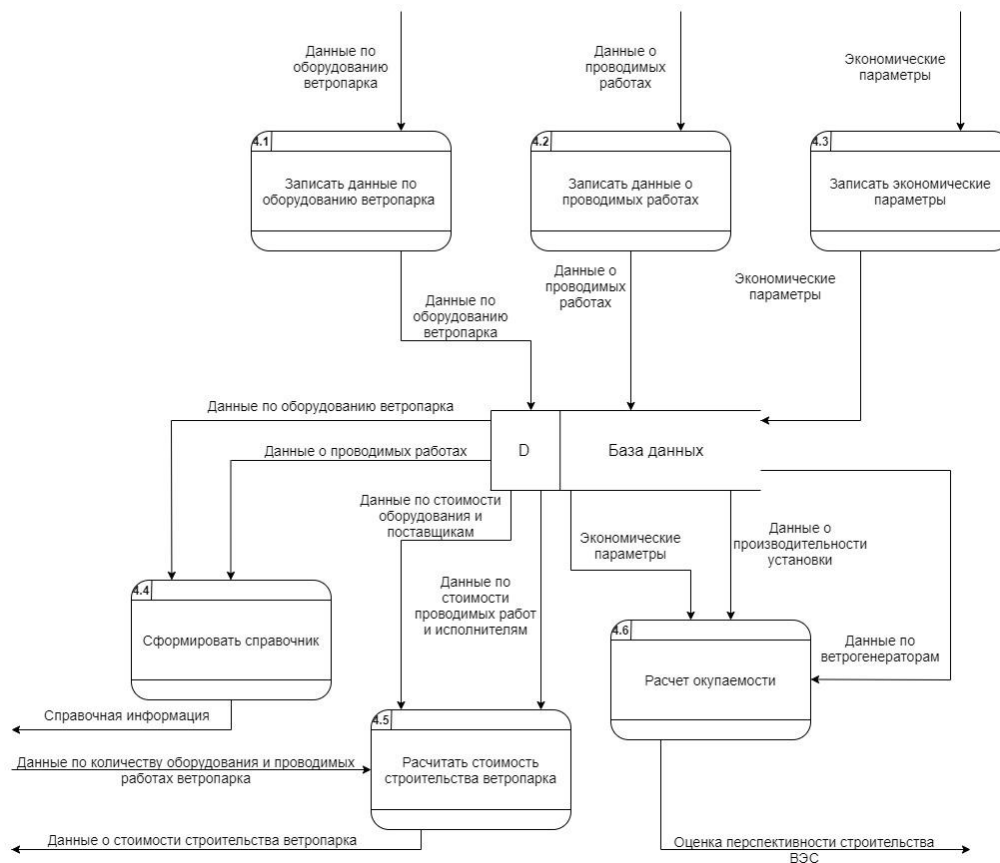


Рисунок 3. Декомпозиция подсистемы оценки эффективной стоимости жизненного цикла ветрогенерации (третий уровень)

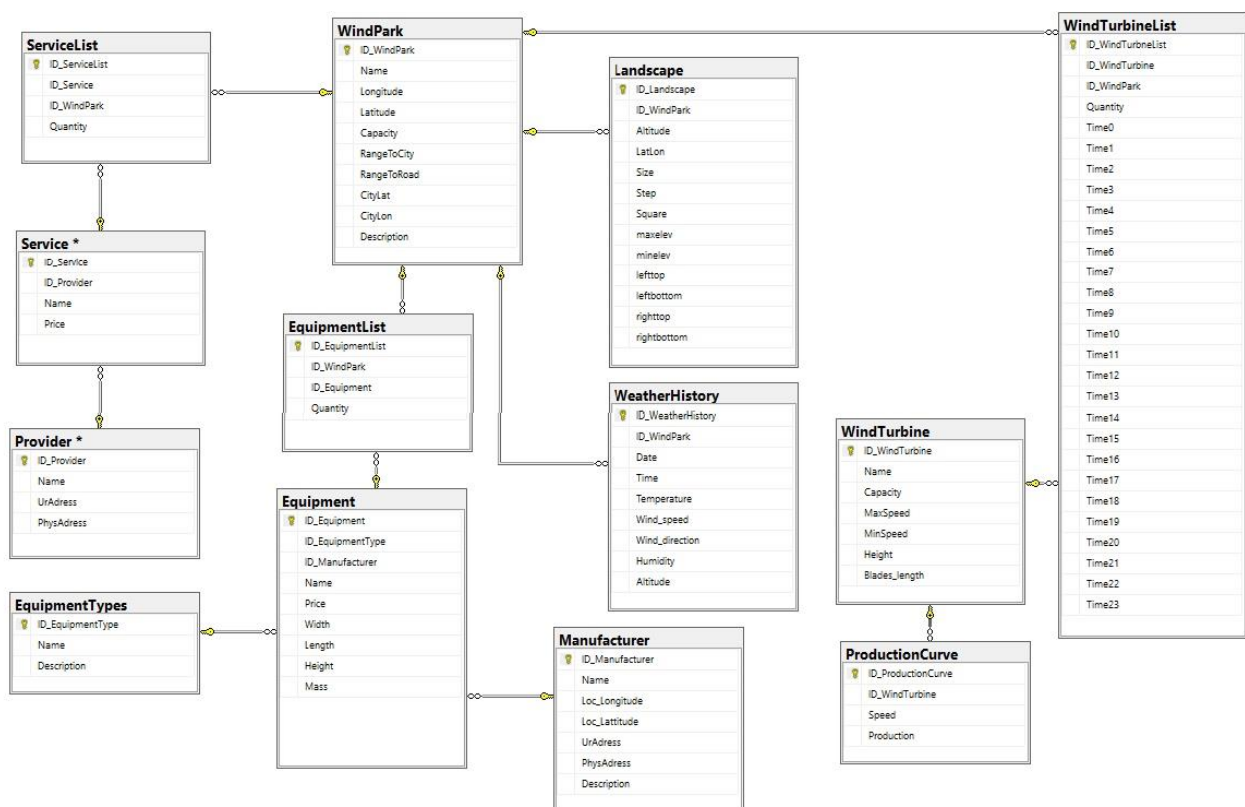


Рисунок 4. Логическая модель базы данных



## Результаты разработки подсистемы

В результате работы было разработано web-приложение с трехзвенной «клиент-серверной» архитектурой. Автоматизированная система «Оценки эффективности ветрогенерации электроэнергии на территории Российской Федерации» предусматривает совместную работу всех разработанных подсистем для вывода конечного результата.

Средством проектирования ПО было выбрано Visual Paradigm.

Visual Paradigm предоставляет базовые функции UML-моделирования, позволяя создавать диаграммы вариантов использования, требований и взаимосвязей [1].

Выбор Visual Paradigm обоснован следующими причинами:

- покрывает весь процесс проектирования;
- поддерживает транзитивность и конвертацию этапов;
- обеспечивает генерацию документации.

Данное ПО поставляется с инструментами моделирования баз данных и предоставляет функции, которые пригодятся для планирования программного обеспечения или моделирования классов. Кроме того, редактор потока событий позволяет отслеживать каждое пользовательское действие в проекте моделирования варианта использования.

Так как разрабатывается веб-приложение, то предпочтением в выборе реляционной системы управления базами данных является MySQL. Данный выбор обоснован следующими причинами:

- простота в использовании. MySQL достаточно легко устанавливается, а наличие множества плагинов и вспомогательных приложений упрощает работу с базами данных;
- обширный функционал. Система MySQL обладает практически всем необходимым инструментарием, который может понадобиться в реализации практически любого проекта;
- безопасность. Система изначально создана таким образом, что множество встроенных функций безопасности в ней работают по умолчанию;
- масштабируемость. Являясь весьма универсальной СУБД, MySQL в равной степени легко может быть использована для работы и с малыми, и с большими объемами данных;
- скорость. Высокая производительность системы обеспечивается за счет упрощения некоторых используемых в ней стандартов.

Средство разработки для web-страницы выбиралось, основываясь на следующих требованиях:

- поддержка языков программирования HTML, CSS, JavaScript;
- удобный и простой интерфейс;
- просмотр ошибок в коде и возможность отладки.

Visual Studio Code – редактор исходного кода, разработанный компанией Microsoft. Позиционируется как «лёгкий» редактор кода для кроссплатформенной разработки веб- и облачных приложений. Включает в себя отладчик, под-

светку синтаксиса и средства для рефакторинга. Также личный опыт работы разработчика в данной среде превалирует над другими. Поэтому, именно этот редактор будет использоваться для дальнейшей работы.

После того, как пользователь открывает страницу «Оборудование и работы» подсистемы оценки эффективной стоимости жизненного цикла ветрогенерации, открывается окно с двумя основными вкладками: «Оборудование» и «Работы».

Пользователю предлагается выбрать один из двух разделов на которые подразделяется справочник. После этого пользователь, выбрав нужный раздел, может приступить к заполнению справочной информации. Для этого используются второстепенные вкладки: «Добавление оборудования», «Добавление типов оборудования», «Добавление производителя оборудования», «Добавление работ», «Добавление исполнителя работ».

Рисунок 5. Вкладка «Добавление оборудования»

Рисунок 6. Вкладка «Добавление работ»

После добавления всех необходимых данных, пользователю предоставляется возможность просмотреть внесенные им данные и при необходимости отредактировать их, либо удалить.

Для того, чтобы вывести данные по оборудованию и работам необходимо получить данные с сервера с помощью Node.js и вывести на клиент. Обращение происходит к таблице Equipment, EquipmentTypes, Manufacturer, Services, Provider.

Оборудование

Работы

Добавление оборудования

Добавление типов оборудования

Добавление производителя оборудования

Оборудование

Производители оборудования

Типы оборудования

Редактировать

Удалить

Поиск:

| Имя                                | Цена     | Тип оборудования      | Описание типа | Производитель                                       | Юридический адрес производителя   | Физический адрес производителя  |
|------------------------------------|----------|-----------------------|---------------|---|---|---|
| Автотрансформатор силовой масляной | 3500000  | Трансформатор         | -             | ООО "АББ" Москва Кабельная                          | 117335, город Москва, Нахимовский проспект, дом 58, офис 5а                 | 111024, Россия, Москва 2-я Кабельная ул., д. 2                              |
| Аппаратура управления              | 2000000  | Аппаратура управления | -             | Филиал ООО "Текнос" СПб                             | 198517, г. Санкт-Петербург, г. Петергоф, ул. Новые заводы, д.56, к.3        | 198517, г. Санкт-Петербург, г. Петергоф, ул. Новые заводы, д.56             |
| Башня Н60                          | 65500000 | Башня                 | -             | ООО «Либхерр-Нижний Новгород» (ООО «Вестас Рус»)    | 606000, Нижегородская область, Город Дзержинск, Улица Либхерра, 1, 22       | 606000, Нижегородская область, Город Дзержинск, Улица Либхерра, 1, 22       |
| Генератор СН62                     | 4600000  | Генератор             | -             | Филиал АО «АЭМ-технологии» «Атоммаш» в г.Волгодонск | 347360, Россия, Ростовская область, г.Волгодонск, ул. Жуковское шоссе, д.10 | 347360, Россия, Ростовская область, г.Волгодонск, ул. Жуковское шоссе, д.10 |
| Гондола типа TL50                  | 3000000  | Гондола               | -             | ОАО "Пензхиммаш"                                    | 440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, д. 5                                  | 440028, г. Пенза, ул. Германа Титова, д. 5                                  |
| Кожух для гондолы                  | 24000000 | Кожух гондолы         | -             | ООО "АББ" Хотьково                                  | 117335, город Москва, Нахимовский проспект, дом 58, офис 5а                 | 141370, Московская область, г. Хотьково ул. Заводская, д.1                  |
| Лопасть                            | 18500000 | Лопасты               | -             | ЗАО «Звезда-Редуктор»                               | 192012 Санкт-Петербург, улица Бабушкина, д. 123                             | 192012 Санкт-Петербург, улица Бабушкина, д. 123                             |
| Рама гондолы TL50                  | 15480000 | Рама гондолы          | -             | ООО "АББ" Москва Кабельная                          | 117335, город Москва, Нахимовский проспект, дом 58, офис 5а                 | 111024, Россия, Москва 2-я Кабельная ул., д. 2                              |

Рисунок 7. Вкладка «Оборудование»

Оборудование

Работы

Добавление исполнителя работ

Добавление работ

Список работ

Список исполнителей работ

Редактировать

Удалить

Поиск:

| Наименование работ   | Цена за единицу | Название исполнителя работ   | Физический адрес исполнителя  | Юридический адрес исполнителя   |
|--|-----------------|------------------------------|---|---|
| Выполнение комплекса работ «под ключ» по устройству площадки под склад временного хранения                                       | 3591000         | -                            | -   | -   |
| Выполнение комплексных инженерных изысканий  | 69167443        | ООО "Трансстрой Инжиниринг"  | г. Уфа, ул. Р. Зорге, д. 9 кор. 1   | г. Уфа, ул. Р. Зорге, д. 9 кор. 1   |
| Выполнение проектных, строительно-монтажных и пусконаладочных работ "под ключ" по объекту  | 46461158        | -                            | -   | -   |
| Оказание охранных услуг  | 1157328         | ООО ЧОП «Баярд»              | Россия, 111024, г. Москва Шоссе Энтузиастов, д. 26 проезд ст. м. Авиамоторная | Россия, 111024, г. Москва Шоссе Энтузиастов, д. 26 проезд ст. м. Авиамоторная |
| Оказание услуг по осуществлению финансово-технического надзора за ходом реализации проекта                                       | 8040000         | Инжиниринговая Компания «2К» | 127055, г. Москва, улица Бутырский вал, д.68/70, стр.2, этаж 3, пом. 1        | 127055, г. Москва, улица Бутырский вал, д.68/70, стр.2, этаж 3, пом. 1        |
| Оформление земельно-правовых отношений на период проектирования и строительства объектов   | 4000000         | ООО «Геоком»                 | 123182, ул. Щукинская, д. 2 (5 этаж)  | 123182, ул. Щукинская, д. 2 (5 этаж)  |
| Прокладка дороги   | 20000           | ООО "Белстройтранс-М"        | 125459 г. Москва, ул. Туристская, дом 7. пом. I, комн. 5                      | 125459 г. Москва, ул. Туристская, дом 7. пом. I, комн. 5                      |
| Страхование имущества, машин и оборудования «от всех рисков» физической гибели, утраты, повреждения и предпринимательских рисков | 299000000       | АО "Coraz"                   | 173003, Новгородская область, г. Великий Новгород, ул. Любодогоща, д. 6/13    | 173003, Новгородская область, г. Великий Новгород, ул. Любодогоща, д. 6/13    |
| Страхование строительно-монтажных рисков и гражданской ответственности   | 36454977        | АО «ИЦ ИКАР»                 | 127287, Россия, г. Москва 2-я Хуторская Улица, 38а стр.9                      | 127287, Россия, г. Москва 2-я Хуторская Улица, 38а стр.9                      |

Рисунок 8. Вкладка «Список работ»

При добавлении поставщика оборудования подсистема автоматически рассчитывает координаты поставщика по введенному адресу и показывает его

местоположение на карте. Это необходимо для решения вопросов логистики в картографической подсистеме.

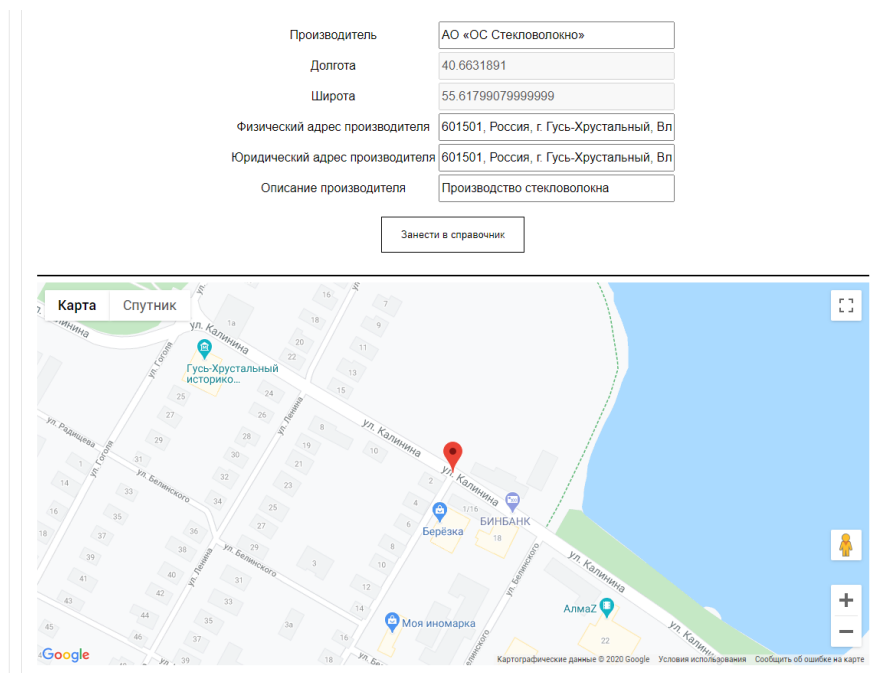


Рисунок 9. Определение координат поставщика

Перейдя на вкладку «Расчет окупаемости ветропарка» пользователю необходимо выбрать нужный ветропарк. После этого пользователь может добавить оборудование и работы, которые ранее были внесены в справочник. После этого происходит расчет стоимости строительства ветропарка, с учетом выбранного оборудования и проводимых работ.

Выберите ветропарк  
 Краснодар ▼ Добавить оборудование Добавить работы

| Оборудование |         |            |                      |                 |                  |                       |
|--------------|---------|------------|----------------------|-----------------|------------------|-----------------------|
| №            | Имя     | Количество | Цена за одну единицу | Общая стоимость | Тип оборудования | Поставщик             |
| 1            | Лопасть | 3          | 18500000             | 55500000.00 Р   | Лопасты          | ЗАО «Звезда-Редуктор» |

| Работы |  |            |                      |                 |                   |   |
|--------|--|------------|----------------------|-----------------|-------------------|---|
| №      | Наименование работ   | Количество | Цена за одну единицу | Общая стоимость | Исполнитель работ |   |
| 1      | Страхование строительно-монтажных рисков и гражданской ответственности | 1          | 36454977             | 36454977.00 Р   | АО «ИЦ ИКАР»      | X |

Стоимость строительства ветропарка : 91954977 Р

Рисунок 10. Результат добавления оборудования и работ

Перейдя на страницу «Расчет окупаемости» пользователю необходимо выбрать ветропарк. На вкладке «Турбины», выводятся все турбины,

привязанные к выбранному ветропарку. Пользователю предоставляется возможность посмотреть основные параметры турбин и при необходимости изменить их. Данные берутся от подсистемы КИУМ.

Выберите ветропарк Черноморское

Тарифы Турбины Расчёты

Редактировать Поиск

| Название                    | Количество | Мощность | Стоимость годового обслуживания |
|-----------------------------|------------|----------|---------------------------------|
| ATB Riva Calzoni ATB 500 54 | 2          | 500      | 1500000                         |
| Fuhrländer FL 2500/100      | 2          | 2500     | 1200000                         |
| SANY SE12730                | 1          | 3000     | 1480000                         |

Название Количество Мощность Стоимость годового обслуживания

Записи с 1 до 3 из 3 записей Кликните по записи для выбора

Предыдущая 1 Следующая

Рисунок 11. Вкладка «Турбины»

На вкладке «Расчёты» приводится показатель средних приведенных затрат с учетом всех инвестиционных, эксплуатационных затрат и объемов выработки электроэнергии заданных турбин ветропарка, а так же показатель чистых дисконтированных потоков, который рассчитывается с учетом задаваемых тарифов на вкладке «Тарифы», и объёмов выработки электроэнергии. Так же строится график чистых дисконтированных потоков по годам.

Выберите ветропарк Черноморское

Тарифы Турбины Расчёты

|                     |                     |                     |                     |
|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| 00:00-01:00<br>2.13 | 01:00-02:00<br>2.13 | 02:00-03:00<br>2.13 | 03:00-04:00<br>2.13 |
| 04:00-05:00<br>2.13 | 05:00-06:00<br>2.13 | 06:00-07:00<br>2.13 | 07:00-08:00<br>6.57 |
| 08:00-09:00<br>6.57 | 09:00-10:00<br>6.57 | 10:00-11:00<br>6.57 | 11:00-12:00<br>6.57 |
| 12:00-13:00<br>6.57 | 13:00-14:00<br>5.54 | 14:00-15:00<br>5.54 | 15:00-16:00<br>5.54 |
| 16:00-17:00<br>5.54 | 17:00-18:00<br>5.54 | 18:00-19:00<br>6.57 | 19:00-20:00<br>6.57 |
| 20:00-21:00<br>6.57 | 21:00-22:00<br>6.57 | 22:00-23:00<br>6.57 | 23:00-00:00<br>2.13 |

Сохранить

Рисунок 12. Вкладка «Тарифы»

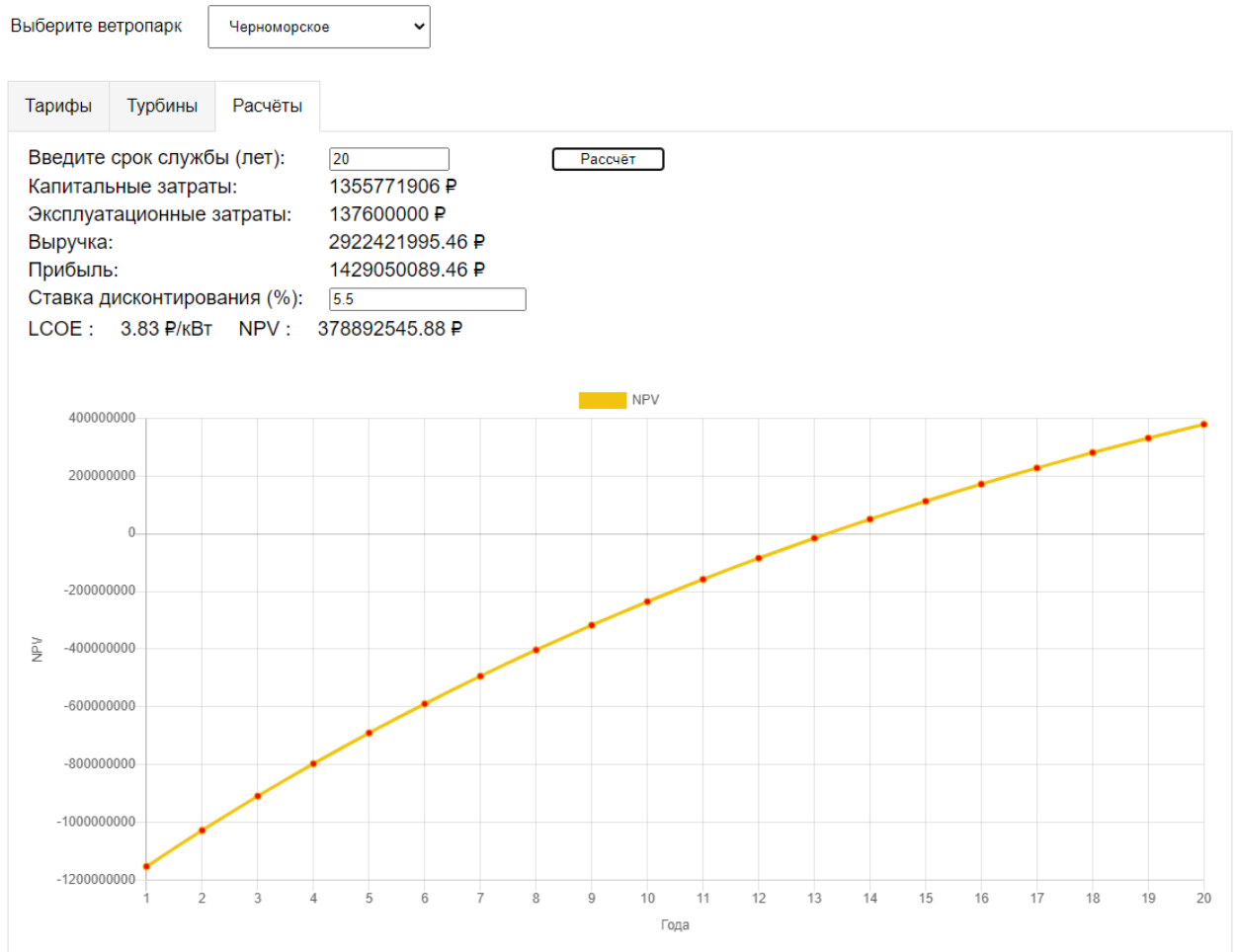


Рисунок 13. Результат работы подсистемы

### Заключение

В рамках статьи описана работа по созданию и разработке подсистемы «Оценки эффективной стоимости жизненного цикла ветрогенерации», в рамках единой Автоматизированной системы «Оценки эффективности ветрогенерации электроэнергии на территории Российской Федерации».

В ходе изучения предметной области были изучены методы расчета показателей средних приведенных затрат и чистых дисконтированных потоков.

На данный момент оценка перспективности строительства ветропарка требует довольно больших временных затрат. Рассматриваемая подсистема призвана упростить и ускорить этот процесс путем автоматизации следующих аналитических действий: расчет стоимости строительства ветропарка, расчет эксплуатационных расходов за срок службы станции, расчет выручки с продажи электроэнергии, расчет объемов выработки электроэнергии, расчет средних приведенных затрат, расчет чистых дисконтированных потоков. Поэтому, появилась необходимость в создании инструмента, который автоматизирует данный процесс. Обзор аналогов показал, что невозможно использовать готовое решение, поскольку оно не выполняет всех необходимых функций разрабатываемой подсистемы и не подходит для оценки окупаемости ветропарков на территории Рос-

сийской Федерации. Также разрабатываемая подсистема является частью автоматизированной системы «Оценки эффективности ветрогенерации электроэнергии на территории Российской Федерации», что делает невозможным её обособленную разработку из-за тесной связи с другими подсистемами.

На этапе разработки было произведено моделирование и проектирование базы данных и архитектуры системы, а также выбраны современные программные средства разработки на языках HTML, CSS и JavaScript.

Результатом разработки стала разработанная подсистема, в едином клиент-серверном web-приложении, выполняющая все заявленные функции.

### **Список использованных источников и литературы**

1. Раздел поддержки официального сайта case-средства visual paradigm [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.visualparadigm.com/support/> (Дата обращения: 14.04.2020).
2. Елистратов В. В. Возобновляемая энергетика. изд. 3-е доп. – СПб.: изд. политехн. ун-та, 2016. – 423 с.
3. Копылов А. Экономика ВИЭ. Издание 2-е, переработанное и дополненное. – «Издательские решения», 2017. – 296 с.
4. Оценки ресурсов возобновляемых источников энергии в России: учебное пособие – Справочник Ю. С. Васильев, П. П. Безруких, В. В. Елистратов, Г. И. Сидоренко / под общей ред. Ю. С. Васильева. — СПб.: изд-во политехн. ун-та, 2008. – 250 с.
5. Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России: учебное пособие / П. П. Безруких и др. – М.: книга-рента, 2008. – 128 с.

### **List of references**

1. Support section of the official website of the case-tool visual paradigm [Electronic resource]. URL: <https://www.visualparadigm.com/support/>, (accessed 04/14/2020).
2. Elistratov V. V. Renewable energy. Ed. 3rd add. – SPb.: ed. polytechnic. univ., 2016. – 423 p.
3. Kopylov A. Economics of res. 2nd Edition, revised and supplemented. – “Publishing solutions”, 2017. – 296 p.
4. Resource estimates of renewable energy sources in Russia: a training manual - a guide. YU. S. Vasiliev, P. P. Bezrukikh, V. V. Elistratov, G. I. Sidorenko / ed. yu.s. vasiliev. – St. Petersburg: publishing house polytechnic. University, 2008. – 250 p.
5. Resources and efficiency of using renewable energy sources in Russia: a training manual / P. P. Bezrukikh et al. – M.: book-rent, 2008. – 128 p.

**БАКУРКИНА Л. А., ГРИГОРЬЕВЫХ А. В.**  
**РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ АНАЛИЗА И**  
**КОНТРОЛЯ СРОКОВ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТНОЙ ПРОДУКЦИИ**

*УДК: 004.4.031:65.012.2, ВАК 05.13.01, ГРНТИ 50.49.37*

Разработка информационной системы  
анализа и контроля сроков выполнения  
проектной продукции

Development of the project analysis  
and control system

**Л. А. Бакуркина, А. В. Григорьевых**

**L. A. Bakurkina, A. V. Grigorevykh**

Ухтинский государственный  
технический университет, г. Ухта

Ukhta state technical university,  
Ukhta

*В статье рассматривается процесс планирования и контроля сроков реализации проектной продукции. Особое внимание акцентируется на исследовании предметной области, моделировании системы и описании результатов разработки программного продукта.*

*The article discusses the process of planning and controlling the timing of the implementation of project products. Particular attention is focused on the study of the subject area, modeling the system and describing the results of the software product development.*

**Ключевые слова:** проектная продукция, плановые сроки выполнения, фактические сроки выполнения, проект, ГИП, отдел.

**Keywords:** project products, planned deadlines, actual deadlines, project, GIP, department.

## **Введение**

Планирование проектных работ для строительства любых объектов сложный процесс. При формировании плана работ требуется учитывать большой объем информации, поступающей от Заказчика, в процессе сбора исходных данных и, самое главное, – это дальнейшее планирование работ, сроков их реализации и распределение нагрузки на подразделения организации для получения конечного результата, представленного в виде проектной продукции. Именно грамотное распределение времени и нагрузки определяют успешность реализации конечной продукции для Заказчика.

Проект – совокупность этапов по реализации и выпуску проектной продукции. Разработка проектно-сметной документации производится на строительство, реконструкцию и капитальный ремонт объектов (межпромысловые трубопроводы, газовые/нефтяные месторождения и тд). Проектными работами руководят главные инженеры проекта (ГИП). Это специально выделенный класс руководящих работников, который несёт ответственность за состояние выполне-



ния проекта. Основанием для старта работ ГИПа являются следующие документы: календарный план с определёнными этапами, сроками выполнения и стоимостью, ТЗ, оригинал заявки, договор.

### **Предпроектный анализ**

На основании полученных сведений ГИП выделяет стадии реализации ПП и для каждой создаёт план работ. План работ – это сложная иерархия взаимосвязанных и невзаимосвязанных работ, которые выполняются структурными единицами организации. Он состоит из нескольких разделов, каждый из разделов имеет дальнейшее иерархическое членение на части и листом этой иерархии является отдельное задание на проектирование, которое выполняется специалистами.

На основании проведённого анализа предметной области и используемых систем, очевидно, что ГИП – это ответственное лицо и важно, чтобы информация по состоянию выполнения работ доводилась до него в актуальном состоянии. Необходимость использования несколько различных ИС – это сложная часть работы ГИПа, поэтому не все системы ими используются и некоторые продолжают работать на уровне коммуникации. В любом случае, используются несколько систем или собираются несколько человек – отсутствие графических способов представления информации делает трудным ориентирование ГИПа о сроках выполнения работ.

### **Проектирование и реализация информационной системы**

Система реализована на основе клиент-серверной архитектуры (Рисунок 14) [1]. Данная архитектура была выбрана и реализована, поскольку она позволяет эффективно решать вопросы совместного доступа к данным и обеспечения безопасности. Клиентская часть представляет собой установленное на рабочем месте сотрудника разработанное Windows Forms приложение, содержащее бизнес-логику и пользовательский интерфейс. Приложение генерирует отчёт в MS Project, обращаясь к его серверу и передавая сгенерированные com-объекты [2]. MS Project также установлен на клиенте. Серверная часть представлена в виде базы данных организации Oracle. На сервер возложен весь функционал по обработке и выводу данных к разрабатываемой ИС.

Соединение между БД и средой разработки реализована посредством использования библиотеки компонентов – Oracle Data Access Components (ODAC) [3].

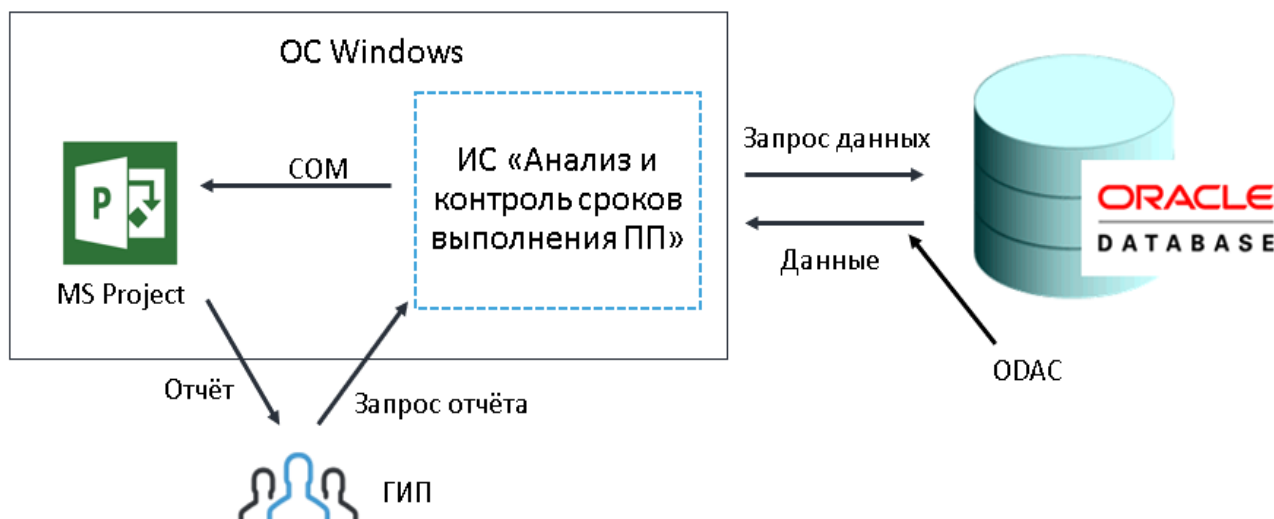


Рисунок 14. Архитектура системы

Учитывая сложность используемой схемы БД филиала, было принято решение о разработке объектов БД типа представления, которые предоставляют данные в нужной для анализа структуре (Рисунок 15).

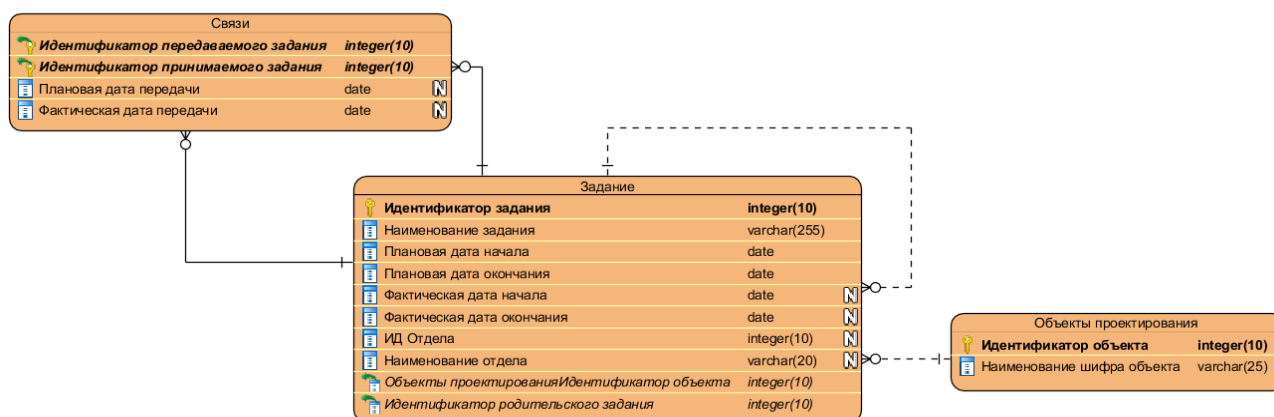


Рисунок 15. Разработанные объекты БД

Система выполнена в двухзвенной клиент-серверной архитектуре. Структура системы реализована в соответствии со способом организации бизнес-логики модель предметной области. Получение данных из БД выполняется с помощью компонентов ODAC. Преобразование данных в объекты классов предметной области реализовано в соответствующем слое. Слой пользовательского интерфейса основан на технологии WinForms. Взаимодействие в приложении реализуется в слое логики приложения. Основные функции выполняются слоем генерации отчетов, который реализуют взаимодействие с MS Project (Рисунок 16).

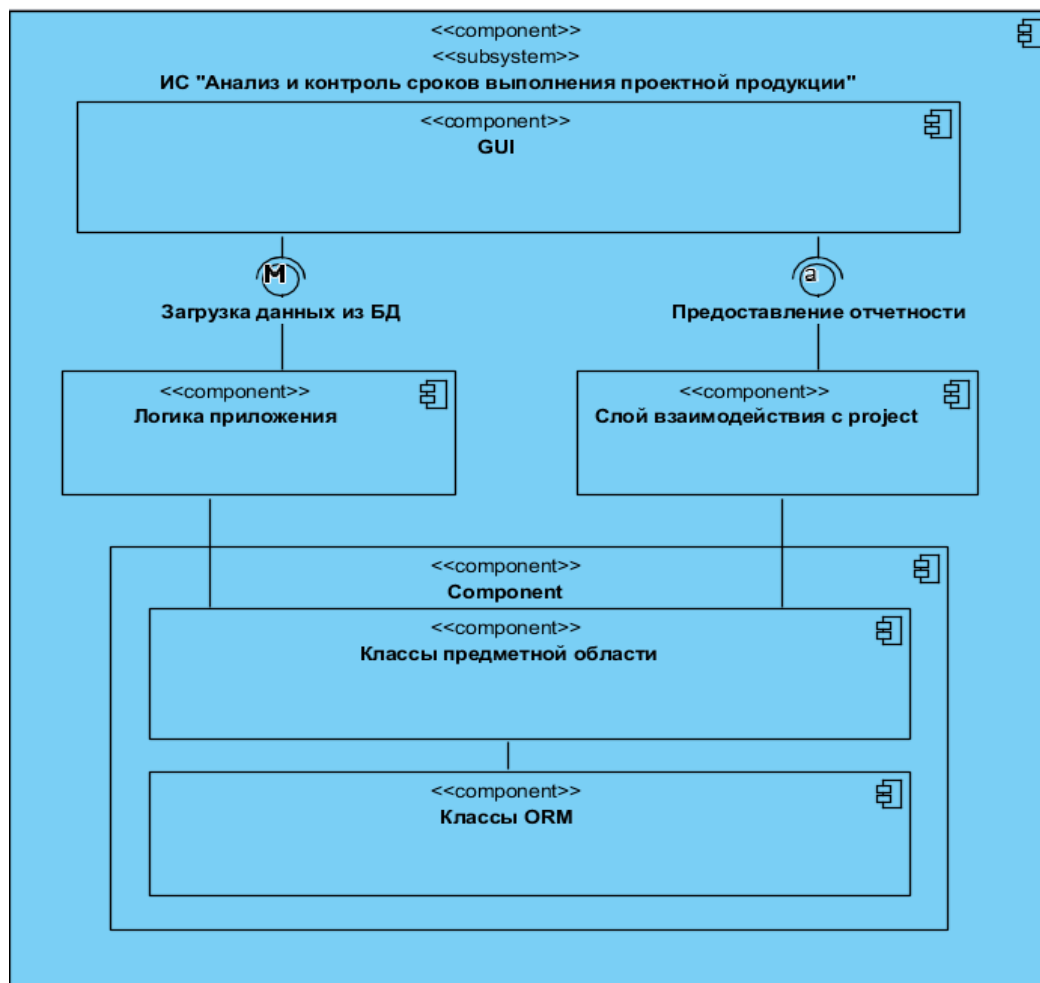


Рисунок 16. Структура слоёв системы

### Результаты разработки системы

Результатом разработки информационной системы стало приложение на платформе Windows Forms, написанное на языке программирования C# (Рисунок 17). Разработанная система предоставляет пользователю следующие отчётные формы в форме диаграммы Ганта [4] в MS Project:

- Отчёт о состоянии выполнения плана работ.
- Отчёт об оставшемся времени по плановым срокам выполнения в рамках одного плана работ (Рисунок 18).
- Отчёт о передаче зависимых работ в рамках нескольких планов работ (Рисунок 19).
- Отчёт для план-факт графика плановых работ в рамках нескольких планов работ.
- Отчёт о загруженности задействованных подразделений в рамках нескольких планов работ (Рисунок 20).
- Отчёт о загруженности конкретных подразделений по всем объектам проектирования в определённый промежуток времени.

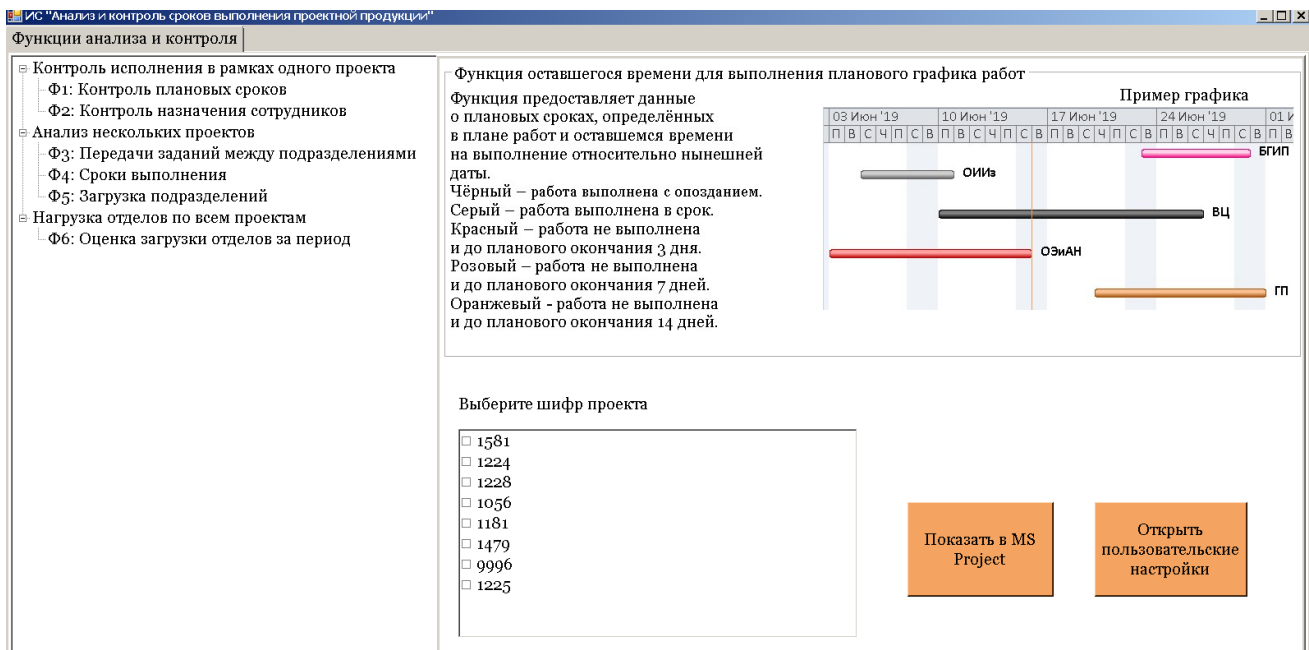


Рисунок 17. Стартовая форма ИС «Анализ и контроль сроков выполнения проектной продукции»

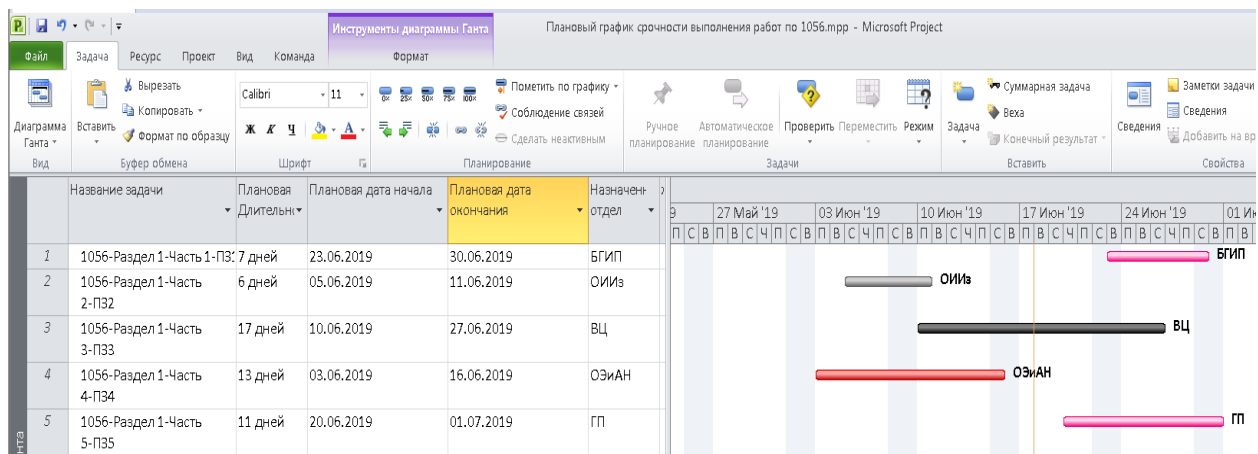


Рисунок 18. Отчёт об оставшемся времени выполнения

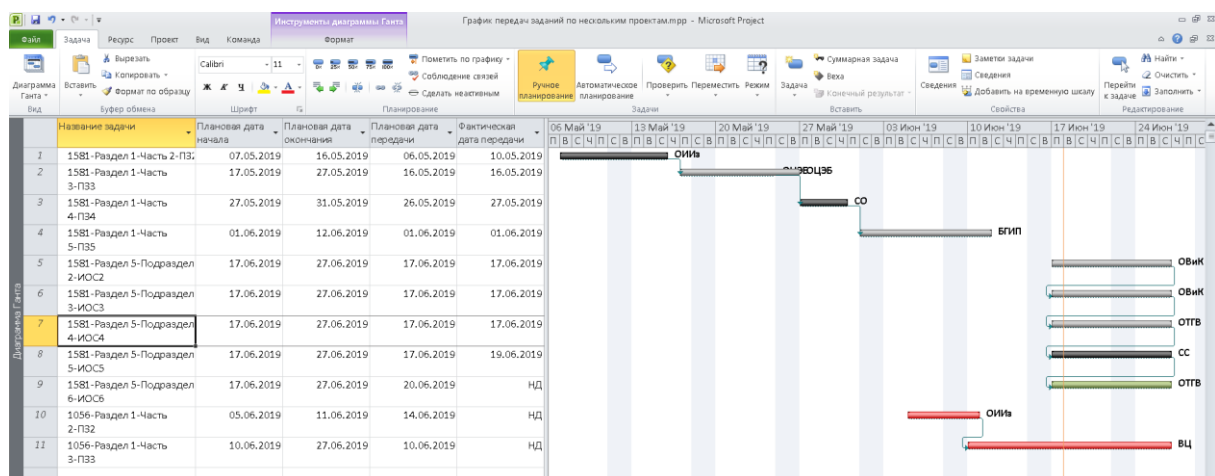


Рисунок 19. Отчёт выполнения о передаче заданий

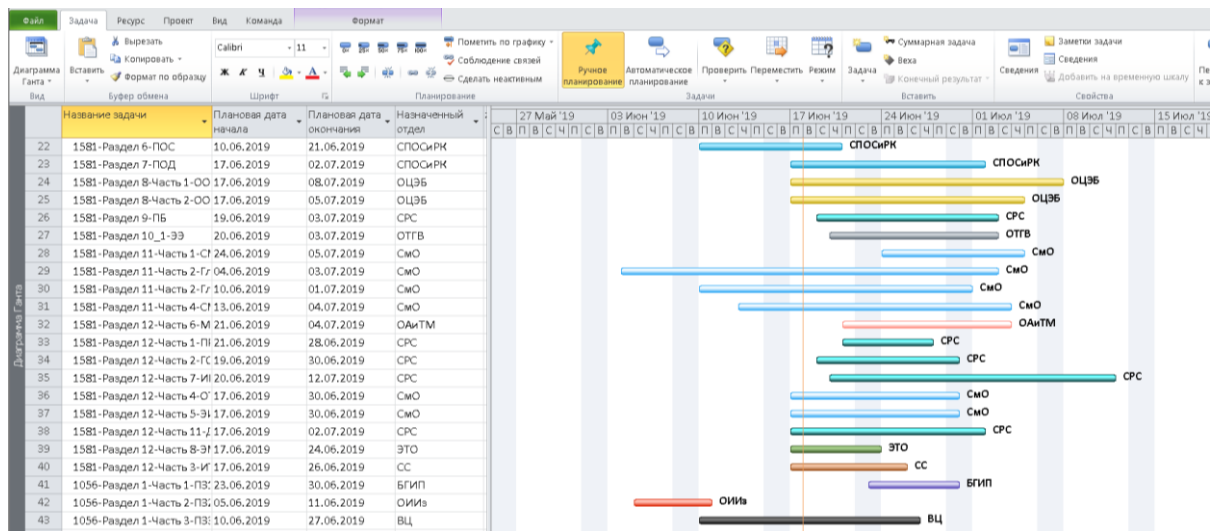


Рисунок 20. Отчёт о загрузке подразделений в рамках нескольких проектов

## Заключение

В процессе исследования был проанализирован бизнес-процесс планирования работ и сроков их выполнения. Проанализированы системы, используемые ГИПом для планирования комплекса работ, реализованы техническое задание, руководства пользователя и программиста, а также приложение согласно требованиям Заказчика. Разработанная система была внедрена в опытную эксплуатацию и протестирована на реальных данных в ухтинском филиале. При демонстрации системы, пользователи проявили свою заинтересованность в дальнейшем развитии системы.

В качестве перспективы развития планируется реализация интеграционных показателей оценки качества планирования ГИПами высшим руководством на основе двух критериев: теоретическом и фактическом.

## Список литературы

1. Microsoft [Электронный ресурс]. Документация по Visual Studio. Архитектура надстроек VSTO. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/visualstudio/vsto/architecture-of-vsto-add-ins?view=vs-2019> (Дата обращения: 26.04.2019).
2. Microsoft [Электронный ресурс]. Центр разработчиков Office. Объектная модель Project. Tasks object map. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/office/vba/project/concepts/tasks-object-map-project> (Дата обращения: 30.04.2019).
3. Microsoft [Электронный ресурс]. OracleDataAdapter Class. – Режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/api/system.data.oracleclient.oracledataadapter?view=netframework-4.8> (Дата обращения: 06.05.2019).
4. Лайфхакер [Электронный ресурс]. Что такое диаграмма Ганта? – Режим доступа: <https://lifehacker.ru/diagramma-ganta/> (Дата обращения: 06.05.2019).

## List of references

1. Microsoft. Visual Studio Documentation. VSTO add-in architecture, <https://docs.microsoft.com/ru-ru/visualstudio/vsto/architecture-of-vsto-add-ins?view=vs-2019>, accessed 04/26/2019.
2. Microsoft. Office Developer Center. Object model Project. Tasks object map, <https://docs.microsoft.com/ru-ru/office/vba/project/concepts/tasks-object-map-project>, accessed 04/30/2019.
3. Microsoft. OracleDataAdapter Class, <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/api/system.data.oracleclient.oracledataadapter?view=netframework-4.8>, accessed 05/06/2019.
4. Lifehacker. What is a Gantt Chart? accessed 05/06/2019.

**БАКАНОВ И. В., ХОЗЯИНОВА Т. В.**  
**ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА «ГЕОХИМИЧЕСКАЯ**  
**ЛАБОРАТОРИЯ»**

*УДК 004, ВАК 05.13.00, ГРНТИ 20.00.00*

Информационная система «Геохимическая лаборатория»

Information system "Geochemical laboratory

**И. В. Баканов, Т. В. Хозяинова**

**I. V. Bakanov, T. V. Khozyainova**

Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта

Ukhta State Technical University, Ukhta

*В данной статье рассматривается информационная система «Геохимическая лаборатория», предназначенная для комплексной аналитической лаборатории отдела нефтегазовой геологии и экологии предприятия ТП НИЦ. Описываемая в статье система «Геохимическая лаборатория» направлена на автоматизацию и упрощение двух процессов – процесса учёта реагентов и процесса учёта оборудования, с целью облегчения работы сотрудников.*

*This article discusses the information system "Geochemical Laboratory", intended for the integrated analytical laboratory of the department of oil and gas geology and ecology of the enterprise TP SIC. The "Geochemical Laboratory" system described in the article is aimed at automating and simplifying two processes - the process of accounting for reagents and the process of accounting for equipment, in order to facilitate the work of employees.*

**Ключевые слова:** *реагент, оборудование, информационная система, номенклатура реагента, номенклатура оборудования*

**Keywords:** *reagent, equipment, information system, reagent nomenclature, equipment nomenclature.*

## **Введение**

Лаборатория нефтегазовой геологии и геохимии (НГГЭ) ООО «ТП НИЦ» проводит целый ряд исследований нефти, газа, воды, а также другие виды изысканий, связанные с геохимическими исследованиями.

Была проанализирована работа сотрудников лабораторий отдела НГГЭ, а именно: химиков-лаборантов, химиков-аналитиков, химиков – технологов, а также заведующего и других сотрудников отдела.

Основная деятельность этих специалистов связана с проведением анализов, подсчётов и т. п. Их работа сопровождается заполнениями тех или иных учётных таблиц, отчётных документов и форм – накладных, протоколов, рабочих журналов и т.п., зачастую им приходится по несколько раз дублировать одни и те же данные, внося их в различные отчётные документы по несколько раз вручную. В связи с этим задача автоматизации учёта в лаборатории является актуальной.

## Предпроектный анализ

Комплексная аналитическая лаборатория проводит целый ряд исследований нефти, газа, воды, а также другие виды изысканий, связанные с геохимическими исследованиями.

Проектируемая информационная система «Геохимическая лаборатория» предназначена для автоматизации и упрощения ведения процессов учёта оборудования и реагентов.

Перед тем как начать введение в предметную область, обозначим терминологию, используемую при описании предметной области.

– Реагент – это некоторое вещество, используемое работниками при выполнении анализов по методикам, о все реагентах имеются некоторые сведения.

– Оборудование – это аппараты и приборы, которые используются при выполнении различных анализов по методикам. Каждая единица оборудования имеет свою номенклатуру.

Информационная система «Геохимическая лаборатория» предназначена для автоматизации и упрощения ведения процессов учёта оборудования и реагентов.

Разберём более подробно эти процессы, разбив их на локальные под процессы:

### 1) Учёт реагентов:

- формирование заявки на реагент;
- поступление нового реагента;
- списание реагента;
  - формирование акта списания;
- расход реагента;
- формирование этикетки для реагентов.

### 2) Учёт оборудования:

- учёт номенклатуры оборудования;
- формирование этикетки для оборудования.

Основываясь на вышеописанных процессах, была составлена контекстная диаграмма (Рисунок 1).

Изучив предметную область, были сформулированы функциональные требования, которые описывают поведение проектируемой системы и функции, которые она должна выполнять.

Функциональные требования представлены ниже:

- учёт номенклатуры, поступления, списания и расхода реагентов;
- учёт номенклатуры оборудования;
- учёт нормативно-справочной информации (НСИ) о: поставщиках, производителях, сотруднике, типе оборудования и реагентов, квалификации, категории и отметка реагента, а также справочник единиц измерений и контрактов;
- формирование отчётов об имеющихся реагентах и оборудовании.



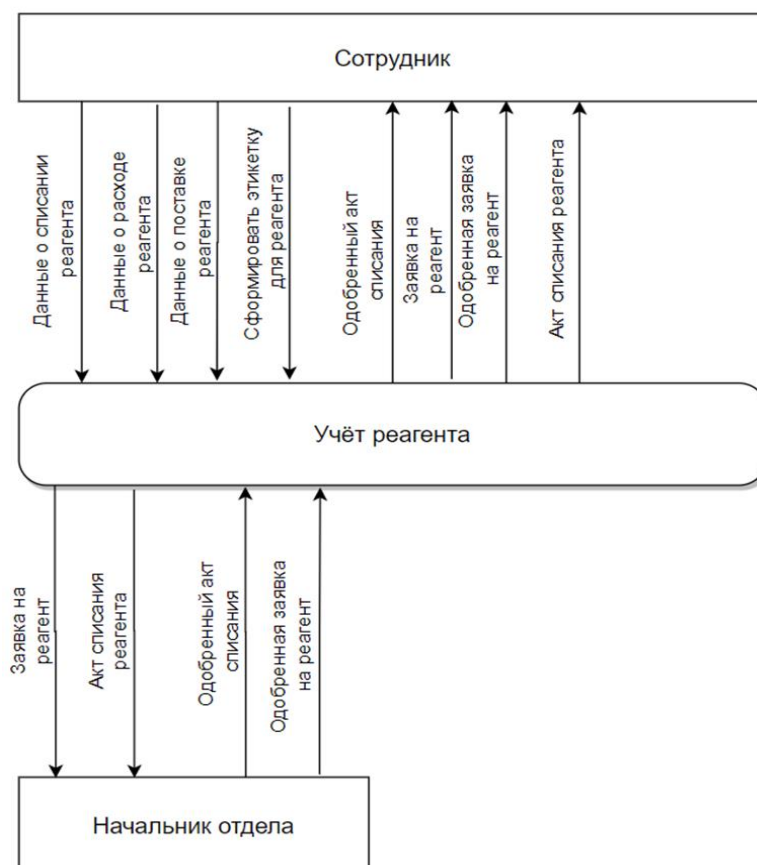


Рисунок 1. Контекстная диаграмма процесса учёта реагентов

### Анализ предметной области

При изучении предметной области становится видно, что она представляет из себя описание нескольких основополагающих процессов – процесс учёта реагентов и процесс учёта оборудования. Данные процессы планируется реализовать в качестве отдельных подсистем для ИС «Геохимическая лаборатория», с аналогичными названиями: подсистема учёта реагентов и подсистема учёта оборудования.

В предпроектном анализе, уже выявлены основные требования это – учёт поступления, списания, расхода реагентов, учёт номенклатуры оборудования, учёт НСИ, формирование отчетности. Данные требования, были подробно описаны с точки зрения их предстоящей автоматизации. Для примера приведём некоторые из них:

1. Учёт реагента – система должна предоставлять возможность хранить и обрабатывать данные об учёте реагента. Эти данные представляют из себя информацию о фактическом состоянии того или иного реагента.

2. Учёт номенклатуры оборудования – система должна предоставить возможность хранить, добавлять, отображать и обрабатывать данные о химическом оборудовании в лаборатории. Эти данные включают в себя наименование оборудования, наименование вида испытаний, испытуемый объект, технические характеристики оборудования, дата выпуска, дата ввода оборудования в эксплуа-

тацию, инвентарный номер, сведения об аттестации, данные о праве собственности, место установки или хранения оборудования, описание оборудования, примечание.

3. Учёт нормативно-справочной информации (НСИ) о: поставщиках, производителях, сотруднике, типе оборудования и реагентов, квалификации, категории и отметка реагента, а также справочник единиц измерений и контрактов. Система должна предоставить возможность хранить, добавлять, отображать и обрабатывать данные, которые представляют из себя нормативно справочную информацию.

### Проектирование базы данных

При проектировании базы данных основной задачей было разработать структуру для хранения данных, которая основывалась бы на функциональных требованиях, описанных в техническом задании.

Ниже приведены несколько фрагментов логической модели базы данных с отношениями и связями между ними (Рисунок 2, Рисунок 3).

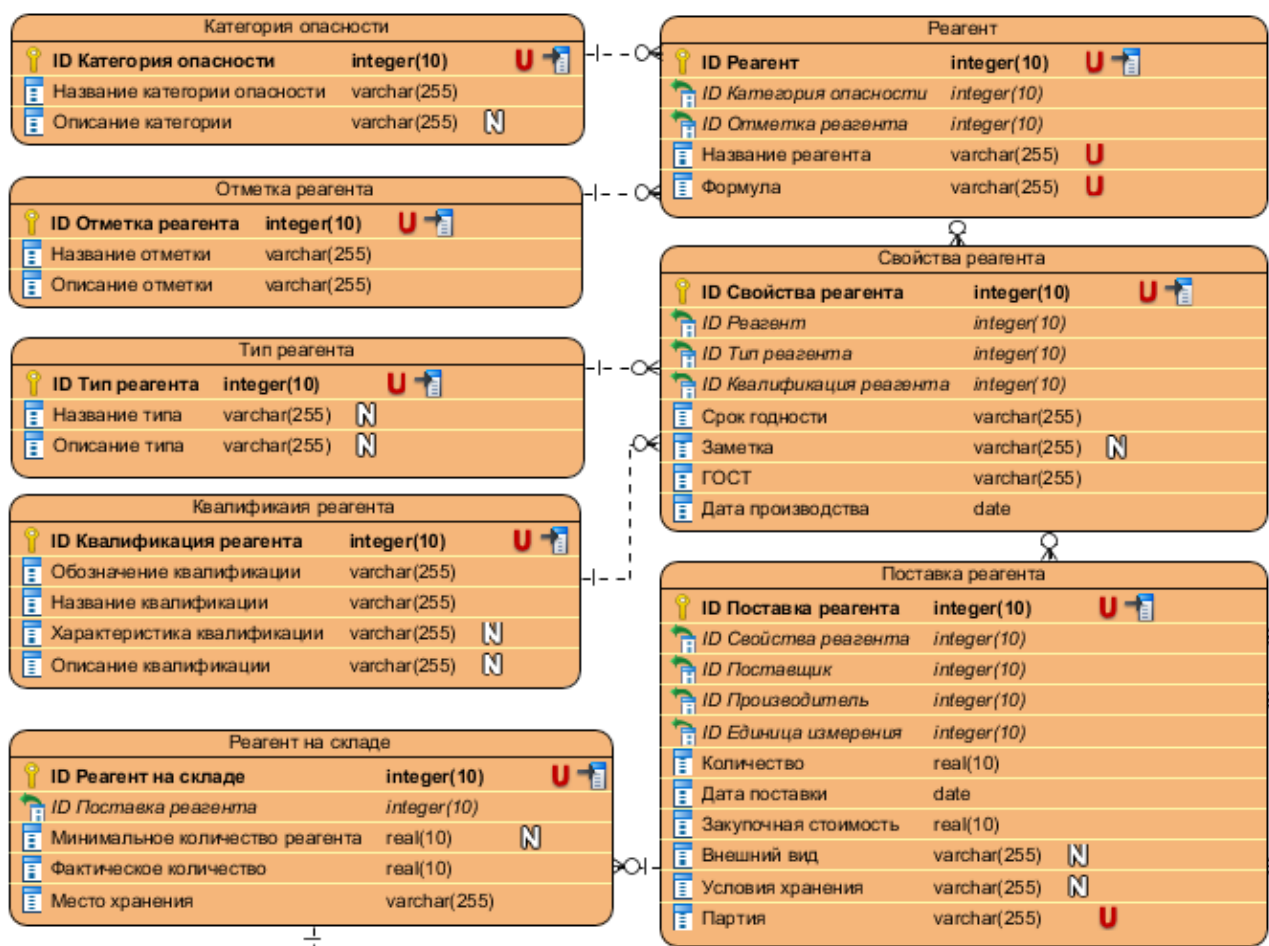


Рисунок 2. Фрагмент логической модели для хранения данных о реагенте

Опираясь на спроектированную логическую модель базы данных, средствами Visual Paradigm, были сгенерированы таблицы и представления для фи-

зической БД. При разработке, в первую очередь были созданы таблицы-справочники, не имеющие в себе внешних ключей, а затем уже таблицы с внешними ключами.

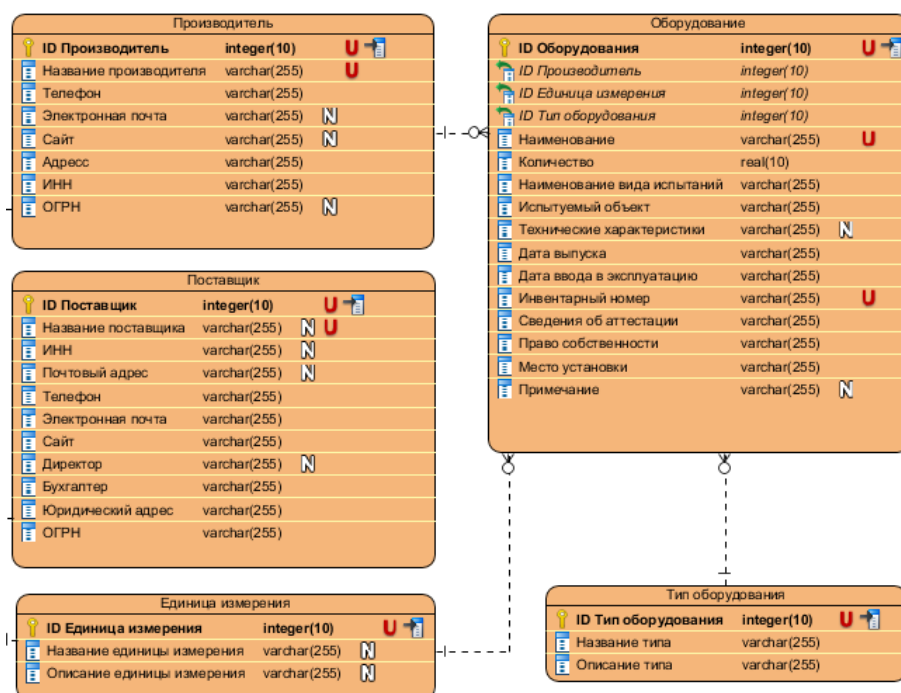


Рисунок 3. Фрагмент логической модели для хранения данных о номенклатуре оборудования

## Разработка системы

Спроектировано поведение системы, посредством составления диаграмм прецедентов (Рисунок 4, Рисунок 5).

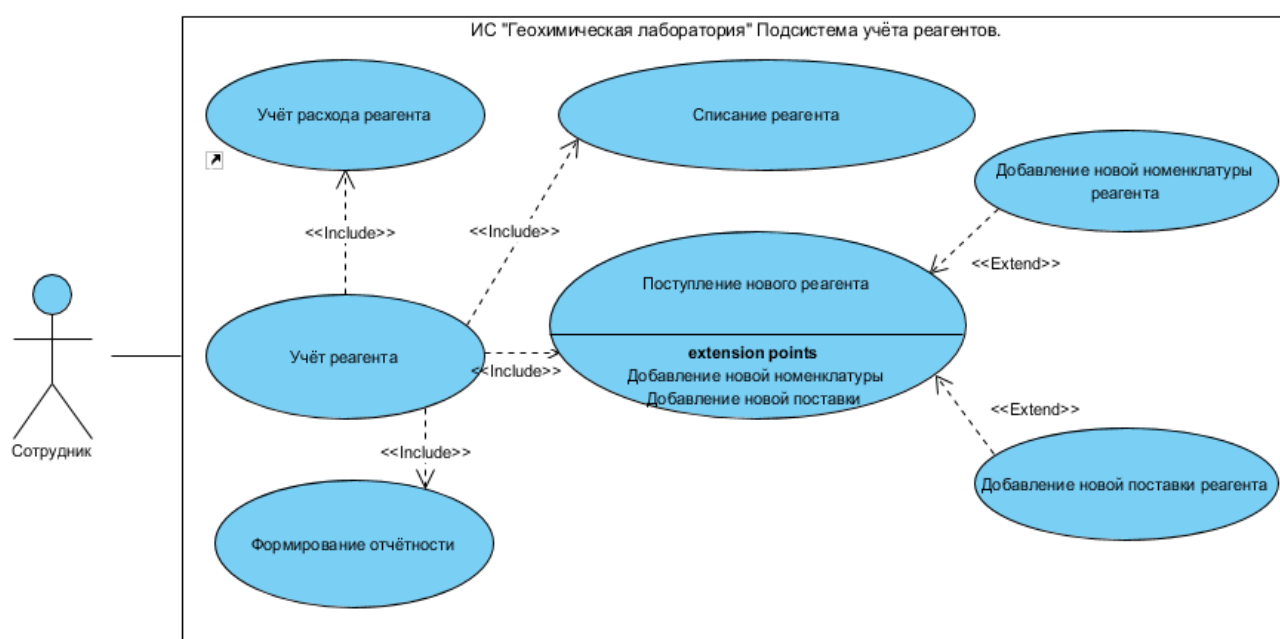


Рисунок 4. Диаграмма прецедентов процесса учёта реагентов

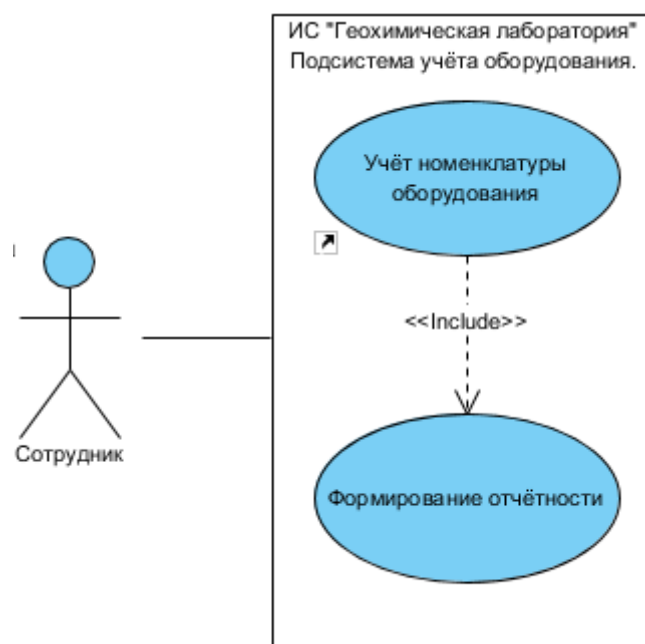


Рисунок 5. Диаграмма прецедентов для процесса учёта оборудования

## Реализация системы

Лаборатория | Учёт реагентов

Файл Справка

Учёт реагента Поставка реагента Расход реагента

Список реагентов:

| Название                |
|-------------------------|
| Молибден окись (VI)     |
| Цинк                    |
| Цинк серноокислый       |
| Цинк хлористый          |
| Хром окись (III)        |
| Хром серноокислый (III) |
| Калий серноокислый      |
| Калий серноокислый      |
| Магний окись            |
| Магний серноокислый     |
| Магний серноокислый     |
| Натрий перкарбонат      |
| Олово двухлористое      |
| Медь серноокислая (II)  |
| Медь окись              |

Информация:

|                  |                                  |
|------------------|----------------------------------|
| Формула:         | № партии:                        |
| MoO <sub>3</sub> | AA1111                           |
| Квалификация:    | Тип:                             |
| «Ч.»             | Сухой                            |
| Отметка:         | Категория опасности:             |
| Обычный          | 1-й класс                        |
| Мин. кол-во:     | Остаток:                         |
| 100 гр           | 880 гр                           |
| ГОСТ:            | Дата производства:               |
| ТУ 6-09-4471-77  |                                  |
| Место хранения:  | Срок годности:                   |
| Склад реагентов  | 2 года                           |
| Поставщик:       | Производитель:                   |
| ООО "ПФ ОПТИМУМ" | Михайловский завод химических ре |

Управление :

Выгрузить этикетку Сформировать акт списания

Сформировать заявку

Рисунок 6. Реализация вкладки «учёт реагента»

Лаборатория | Учёт реагентов

Файл Справка

Учёт реагента Поставка реагента Расход реагента

Список реагентов:

| Название                | № партии      |
|-------------------------|---------------|
| Молибден окись (VI)     | AA1111        |
| Цинк                    | 220106        |
| Цинк серноокислый       |               |
| <b>Цинк хлористый</b>   | <b>220141</b> |
| Хром окись (III)        | 210140        |
| Хром серноокислый ...   | 210401        |
| Калий серноокислый      | 100201        |
| Калий серноокислый      | 632000        |
| Магний окись            | 121238        |
| Магний серноокислый     | 120054        |
| Магний серноокислый     | 10034-99      |
| Натрий перкарбонат      | 33659         |
| Олово двухлористое      | 140075        |
| Медь серноокислая (...) | 120194        |
| Медь окись              | 120180        |

Период поставок:

Информация:

Формула:  Дата производства:

Тип реагента:  Дата поставки:

Кол-во поставки:   Срок годности:

ГОСТ:  Стоимость:

Условия хранения:  Внешний вид:

Производитель:  Поставщик:

Примечание:

Управление:

Рисунок 7. Реализация вкладки «учёт поставки реагента»

## Заключение

В данной статье было описана поэтапная разработка информационной системы «Геохимическая лаборатория».

Был проведён анализ предметной области и бизнес-процессов, который показал, что сотрудникам приходится вести одинаковые учётные журналы в бумажном и электронном виде, заполняя их одинаковыми, зачастую дублирующийся данными. Базируясь на описании предметной области были составлены необходимые контекстные диаграммы, которые наглядно отображают все процессы, подлежащие автоматизации.

Основываясь на анализ предметной области, были выделены основные функциональные требования, предъявляемые к системе.

Рассмотрены аналоги программного обеспечения, схожие по функционалу с создаваемой информационной системой, в ходе которого подведён итог о целесообразности разработки и внедрения системы. Также выполнен обзор литературы, в котором рассмотрены некоторые нормативные акты и федеральные законы.

Выбраны средства проектирования и реализации информационной системы, а также изучены технологические аспекты будущей реализации с учётом требований заказчика.

Описанная предметная области и технологическая часть позволили начать работу над проектированием информационной системы. Были рассмотрены и подробно описаны уже выделенные функциональные с позиции их предстоящей автоматизации.

Была спроектирована логическая модель базы данных, а затем на ее основе создана физическая.

Были построены диаграммы прецедентов для подсистем учёта реагентов и оборудования, описаны прецеденты, которые моделируют поведение системы. Также, основываясь на диаграмме прецедентов, были спроектированы пользовательские интерфейсы.

Создано клиентское приложение системы, реализующее требуемые функции в соответствии с техническим заданием.

В дальнейшем информационная система «Геохимическая лаборатория» будет внедрена на предприятие, при успешном внедрении и запуске системы, будет осуществляться её техническая поддержка, доработка и модернизация.

### **Список использованных источников и литературы:**

1. Официальный сайт Microsoft [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.microsoft.com/ru-ru/> (Дата обращения: 18.04.2020)
2. Сайт Хабр [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/flows/develop/> (Дата обращения: 16.04.2020)
3. Форум программистов и сисадминов Киберфорум [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.cyberforum.ru/> (Дата обращения: 05.05.2020)

### **List of references**

1. Microsoft official website, <https://www.microsoft.com/ru-ru/>, accessed April 18, 2020.
2. Site Habr, <https://habr.com/ru/streams/development/>, accessed April 16, 2020.
3. Forum of programmers and system administrators of Cyberforum, <https://www.cyberforum.ru/> accessed May 05, 2020.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Баканов Илья Владимирович**

Ухтинский государственный  
технический университет, г. Ухта;  
студент кафедры вычислительной  
техники, информационных систем и  
технологий

**Bakanov Ilya Vladimirovich**

Ukhta State Technical University,  
Ukhta; student of the department of  
computer engineering, information  
systems and technologies

E-mail: [ya.ya-iliame@ya.ru](mailto:ya.ya-iliame@ya.ru)

**Бакуркина Любовь Альбертовна**

Ухтинский государственный техниче-  
ский университет, г. Ухта; студент ка-  
федры вычислительной техники, ин-  
формационных систем и технологий

**Bakurkina Lyubov Albertovna**

Ukhta State Technical University,  
Ukhta; student of the department of  
computer engineering, information  
systems and technologies

E-mail: [bakurkinalubov@gmail.com](mailto:bakurkinalubov@gmail.com)

**Булычев Кирилл Сергеевич**

Березниковский филиал «Пермского  
национального исследовательского по-  
литехнического университет»,  
г. Березники; студент

**Bulychev Kirill Sergeevich**

Bereznikovsky branch of the Perm  
National Research Polytechnic  
University, Berezniki;  
student

E-mail: [b.k.sergeevich@mail.ru](mailto:b.k.sergeevich@mail.ru)

**Веселков Никита Владимирович**

Березниковский филиал «Пермского  
национального исследовательского по-  
литехнического университет»,  
г. Березники; студент

**Veselkov Nikita Vladimirovich**

Bereznikovsky branch of the Perm  
National Research Polytechnic  
University, Berezniki;  
student

E-mail: [nickita.veselckov@yandex.ru](mailto:nickita.veselckov@yandex.ru)



**Володина Юлия Игоревна**

Березниковский филиал «Пермского  
национального исследовательского по-  
литехнического университет», г. Берез-  
ники; кандидат техн. наук, доцент

**Volodina Julia Igorevna**

Bereznikovsky branch of the Perm  
National Research Polytechnic  
University, Berezniki; Candidate of  
Technical Sciences, associate  
professor

E-mail: [julia\\_volodina@mail.ru](mailto:julia_volodina@mail.ru)

**Григорьевых Андрей Викторович**

Ухтинский государственный  
технический университет, г. Ухта;  
кандидат технических наук,  
доцент кафедры вычислительной  
техники, информационных систем и  
технологий

**Grigoryevs Andrey Viktorovich**

Ukhta State Technical University,  
Ukhta; Candidate of Technical  
Sciences Associate Professor,  
Department of Computer  
Engineering, Information Systems  
and Technologies

**Куделин Артем Георгиевич**

Ухтинский государственный  
технический университет, г. Ухта;  
кандидат техн. наук, доцент кафедры  
вычислительной техники,  
информационных систем и технологий

**Kudelin Artem Georgievich**

Ukhta State Technical University,  
Ukhta; Candidate of Technical  
Sciences, Associate Professor,  
Department of Computer  
Engineering, Information Systems  
and Technologies

E-mail: [akudelin@ugtu.net](mailto:akudelin@ugtu.net)

**Макриденко Евгений**

Московский политехнический универ-  
ситет, Москва  
кандидат экономических наук,  
соискатель, кафедра финансовых  
технологий и инжиниринга

**Makridenko Evgeniy**

Moscow Polytechnic University,  
Moscow  
candidate of economic sciences,  
Co-seeker, Department of Financial  
Technologies and Engineering

**Марченко Дмитрий Сергеевич**

Ухтинский государственный  
технический университет, г. Ухта;  
студент кафедры вычислительной  
техники, информационных систем и  
технологий

**Marchenko Dmitriy Sergeevich**

Ukhta State Technical University,  
Ukhta; student of the department of  
computer engineering, information  
systems and technologies

E-mail: [ddc-1991@mail.ru](mailto:ddc-1991@mail.ru)



**Рочев Константин Васильевич**

Ухтинский государственный  
технический университет, г. Ухта;  
кандидат эконом. наук, доцент  
кафедры вычислительной техники,  
информац-ных систем и технологий

**Rochev Konstantin Vasilievich**

Ukhta State Technical University,  
Ukhta; candidate of economic  
sciences, Associate professor,  
Department of computer science,  
information systems and  
technologies

E-mail: [k@rochev.ru](mailto:k@rochev.ru)

**Сушкевич Владимир Вадимович**

Ухтинский государственный  
технический университет, г. Ухта;  
студент кафедры вычислительной  
техники, информационных систем и  
технологий

**Sushkevich Vladimir Vadimovich**

Ukhta State Technical University,  
Ukhta; student of the department of  
computer engineering, information  
systems and technologies

E-mail: [scorp\\_ions@mail.ru](mailto:scorp_ions@mail.ru)

**Хозяинова Татьяна Вадимовна**

Ухтинский государственный  
технический университет, г. Ухта;  
старший преподаватель кафедры  
вычислительной техники,  
информационных систем и  
технологий

**Khozyainova Tatyana Vadimovna**

Ukhta State Technical University,  
Ukhta; Senior Lecturer of the  
department of computer engineering,  
information systems and technologies

Ухтинский государственный технический университет

Информационные технологии  
в управлении и экономике  
2020, № 03

Information technology  
in management and economics  
2020, No 03

ISSN 2225-2819

Свидетельство о регистрации Эл. № ФС77-65216

Адрес редакции: 169300, г. Ухта, ул. Первомайская, 13

Интернет-сайт: <http://it-ugtu.ru>, <http://itue.ru/>, <http://итуэ.рф>

Электронная почта: [info@itue.ru](mailto:info@itue.ru)

Телефон: 8 (8216) 700-308

Главный редактор: *К. В. Рочев*  
Дизайн и компьютерная вёрстка: *А. В. Семяшкина*