

**НАУЧНЫЙ  
ФОРУМ**  
nauchforum.ru

ISSN 2618-9402



**VIII Студенческая международная  
заочная научно-практическая  
конференция**

**ТЕХНИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ.  
СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ  
№ 8(8)**

г. МОСКВА, 2018



# **ТЕХНИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ. СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ**

*Электронный сборник статей по материалам VIII студенческой  
международной научно-практической конференции*

№ 8 (8)  
Сентябрь 2018 г.

Издается с февраля 2018 года

Москва  
2018

УДК 62+51  
ББК 30+22.1  
Т38

Председатель редколлегии:

**Лебедева Надежда Анатольевна** – доктор философии в области культурологии, профессор философии Международной кадровой академии, г. Киев, член Евразийской Академии Телевидения и Радио.

Редакционная коллегия:

**Волков Владимир Петрович** – кандидат медицинских наук, рецензент АНС «СибАК»;

**Елисеев Дмитрий Викторович** – кандидат технических наук, доцент, начальник методологического отдела ООО "Лаборатория институционального проектного инжиниринга";

**Захаров Роман Иванович** – кандидат медицинских наук, врач психотерапевт высшей категории, кафедра психотерапии и сексологии Российской медицинской академии последипломного образования (РМАПО) г. Москва;

**Зеленская Татьяна Евгеньевна** – кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра высшей математики в Югорском государственном университете;

**Карпенко Татьяна Михайловна** – кандидат философских наук, рецензент АНС «СибАК»;

**Костылева Светлана Юрьевна** – кандидат экономических наук, кандидат филологических наук, доц. Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (РАНХиГС), г. Москва;

**Попова Наталья Николаевна** – кандидат психологических наук, доцент кафедры коррекционной педагогики и психологии института детства НГПУ;

**Яковишина Татьяна Федоровна** – канд. сельскохозяйственных наук, доц., заместитель заведующего кафедрой экологии и охраны окружающей среды Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры, член Всеукраинской экологической Лиги.

**Т38 Технические и математические науки. Студенческий научный форум.** Электронный сборник статей по материалам VIII студенческой международной научно-практической конференции. – Москва: Изд. «МЦНО». – 2018. – № 8 (8) / [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: [http://www.nauchforum.ru/archive/SNF\\_tech/8\(8\).pdf](http://www.nauchforum.ru/archive/SNF_tech/8(8).pdf)

Электронный сборник статей VIII студенческой международной научно-практической конференции «Технические и математические науки. Студенческий научный форум» отражает результаты научных исследований, проведенных представителями различных школ и направлений современной науки.

Данное издание будет полезно магистрам, студентам, исследователям и всем интересующимся актуальным состоянием и тенденциями развития современной науки.

## Оглавление

<b>Секция 1. Технические науки</b>	<b>4</b>
<b>ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ БОРЬБЫ С УГЛЕКИСЛОТНОЙ     КОРРОЗИЕЙ, СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ БОРЬБЫ</b>	<b>4</b>
Губернаторов Сергей Сергеевич	
<b>СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УГРОЗ     ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОСНОВЕ     ВРЕМЕННОГО РЯДА</b>	<b>10</b>
Елизаров Алексей Юрьевич	
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК     ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ     ГОРНОПРОХОДЧЕСКИХ РАБОТ</b>	<b>18</b>
Лугачева Надежда Александровна Фурман Ангелина Андреевна	
<b>РАЗВИТИЕ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА</b>	<b>22</b>
Рочагов Владимир Олегович Плюснин Андрей Олегович Фефелов Андрей Анатольевич	
<b>АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ     НОМЕР PRO ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТОВ     ВЕТРОДИЗЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ПРИМЕРЕ     С. НОВИКОВО САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ</b>	<b>27</b>
Шигина Анна Викторовна Шигин Антон Андреевич Вареникова Ольга Борисовна	

# СЕКЦИЯ 1.

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

### ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ БОРЬБЫ С УГЛЕКИСЛОТНОЙ КОРРОЗИЕЙ, СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ БОРЬБЫ

*Губернаторов Сергей Сергеевич*  
*студент, Тюменский индустриальный университет,*  
*РФ, г. Тюмень*

Проблемы коррозии газопромыслового оборудования в газовой отрасли могут быть на всех этапах производства, начиная с начальной добычи и очистки к хранению [1,8]. Опасности внутренней коррозии включают потерю продукции в результате отказа оборудования или трубопровода и, следовательно, остановку и возможную экологическую катастрофу [9].

Нефтяные компании и исследовательские институты разработали большое количество моделей прогнозирования углекислотной коррозии.

Различные результаты могут быть получены из-за разных подходов при анализе и вычислении, прогнозировании, используемых при разработке и подготовке моделей. Некоторые модели предполагают защиту и прогнозируют, как правило, более низкие скорости коррозии. Эти модели часто полагаются на полевой опыт в условиях, когда скорости коррозии были на приемлемо низком уровне.

В результате проведения исследований в области предотвращения и снижения скорости углекислотной коррозии зарубежные исследователи и нефтегазовые корпорации решили объединить усилия в попытке собрать фактические данные по коррозии от ряда операторов в базу данных, которые могут быть использованы для обмена опытом между операторами и для проверки выбранной модели.

Различные доступные  $\text{CO}_2$  модели прогнозирования коррозии были оценены путем проведения исследований чувствительности разных моделей,

проведения различных моделей коррозии для набора полевых случаев и сравнения прогнозируемых скоростей коррозии с фактическими измеренными скоростями коррозии, представлено обновление моделей, в котором приведены более поздние разработки и новые версии некоторых моделей, а также приведены некоторые примеры того, как фактические полевые данные использовались для сравнения различных моделей прогнозирования коррозии. Процесс сбора полевых данных и их использования для оценки моделей прогнозирования коррозии.

Несмотря на ограниченную коррозионную стойкость к окружающей среде, в которой мягкая сталь часто используется в качестве материала для трубопроводов в основном благодаря ее доступности, прочности и экономической эффективности [10].

Как показывает зарубежный опыт среди различных методов по борьбе с углекислотной коррозией, наиболее практичным и экономически выгодным способом оказывается использование ингибиторов коррозии [1,7].

Применение подходящего ингибитора коррозии, включаемого в состав низкосортных сталей, обеспечивает лучшую экономию капитала по сравнению с использованием дорогостоящих сплавов более высокого качества при тех же условиях [6].

Как показывает зарубежный опыт, коррозию можно контролировать с помощью соответствующей технологии [10]. Наличие ингибиторов коррозии (CI) в небольшом количестве в корродирующей системе снижает скорость коррозии металла, подвергнутого воздействию.

Роль ингибиторов в газодобывающей и перерабатывающей промышленности имеет первостепенное значение; [1].

Способом действия этих соединений является адсорбирование на поверхности металла [3]. Адсорбция является адгезионным процессом, когда вещество (ионы, атомы или молекулы газа, жидкости или растворенного твердого вещества), называемые адсорбатом, прилипает к поверхности. Эффективность CI зависит от его адсорбционного свойства на поверхности

металла [54]. Кроме того, адсорбция конкретного ингибитора зависит от его физических и химических свойств, функциональной группы, ароматичности, стерического эффекта, плотности электронов у атомов-доноров [5]. Установлено также, что состав, микроструктура и температура металла влияют на адсорбцию и, следовательно, эффективность ингибитора [3].

В зависимости от типа задействованных сил адсорбция феноменом может быть: (а) физадсорбция, (б) хемосорбция или комбинация обоих. Фрисорбция включает электростатическое взаимодействие между электрическим зарядом на поверхности металла (адсорбент) и ионными зарядами ингибитора (адсорбата). Фрисорбция в силу экзотермичности неустойчива при высокой температуре [8]. Фрисорбция также может возникать в результате электростатического взаимодействия между адсорбированными хлоридами на поверхности металла и протонированными молекулами ингибитора [10].

С другой стороны, хемосорбция связана с переносом электронов между СІ и поверхностью металла. Координатный тип связи образуется в результате такого взаимодействия между d-орбиталью адсорбента металла и p-электронами или неразделенными электронными парами адсорбата ингибитора.

В этом режиме адсорбции на активных участках уменьшаются анодные и / или скорости катодной реакции [1]. В отличие от физадсорбции, которая характеризуется экзотермическим процессом с низкой энергией, энергия хемосорбции выше и поэтому стабильна при более высоких температурах [2]. Используя изотермы адсорбции путем подбора данных о покрытии поверхности, можно проследить механизм ингибирования коррозии.

Лучшая изотерма используется для определения константы равновесия адсорбции  $K_{ad}$ , которая связана с важными термодинамическими параметрами  $\Delta G_{ad}^0$ ,  $\Delta H_{ad}^0$  и  $\Delta S_{ad}^0$ , связанные по уравнению 1:

$$\Delta G_{ad}^0 = -RT \ln K_{ad} = \Delta H_{ad}^0 - T \Delta S_{ad}^0$$

Термодинамические параметры обеспечивают важную информацию - о механизме явлений коррозионного торможения. Фрисорбция, которая аналогична слиянию (конденсация - (газ), является по своей природе

экзотермической, в то время как эндотермическая адсорбция может быть однозначно отнесена к хемосорбции. Однако чрезмерная отрицательная экзотермия - микроэлемент, который является более отрицательным, чем энтальпия слияния ингибитора, может указывать на хемосорбцию [4].

В зависимости от того, как они функционируют (механизм действия), применяемыми ингибиторами могут быть любые из следующих типов: анодные, катодно-пассивирующие, нейтрализующие и активные, парофазный и пленкообразующий ингибиторы [5]. В нефтегазовой промышленности большая часть случаев коррозии возникает из-за использования и наличия нескольких кислот, таких как  $\text{HCl}$ ,  $\text{H}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_3$  [11].

Ингибиторы нейтрализации, такие как гидроксид натрия, аммиак и несколько аминов при добавлении к коррозии - уменьшают концентрацию ионов водорода, тем самым снижая коррозионное действие [6]. Для удаления растворенного кислорода используются ингибиторы просачивания, такие как гидразин и сульфит натрия [7].

Пленкообразующие СИ образуют барьерную пленку поверх металлической поверхности из-за физической (электростатической) адсорбции, хемосорбции или n- орбитальной адсорбции [8].

Фрисорбция происходит быстро, но сорбированные материалы легко десорбируются при более высокой температуре, а хемосорбция - более медленный процесс, который увеличивается с повышением температуры. Кривые поляризации чрезвычайно полезны для разблокировки механизма защиты от коррозии и классификации ингибиторов [7].

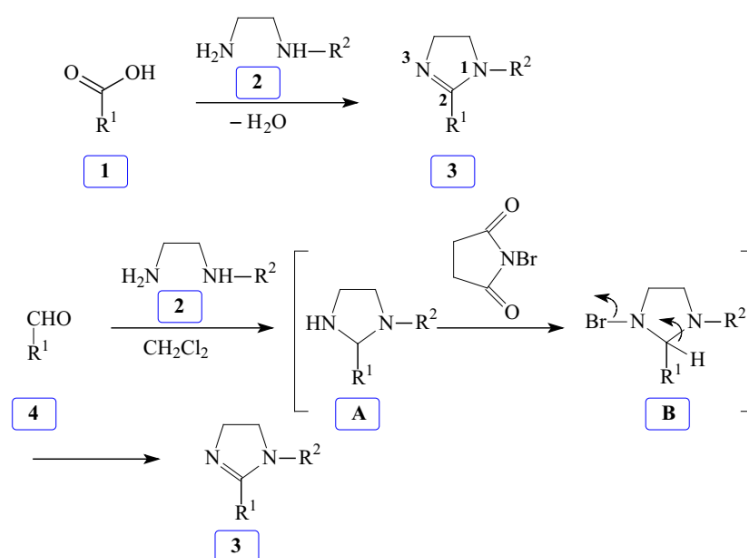
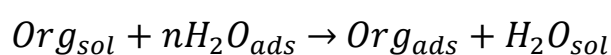
Пленкообразующие ингибиторы коррозии состоят из полярной головки и гидрофобного хвоста, а первый взаимодействует с металлической поверхностью, а затем обеспечивает дополнительную защиту - тической пленки против водных видов. В некоторых случаях, когда ингибиторы не могут достичь некоторых недоступных точек в профи - использование нейтрализаторов в препарате обеспечивает необходимое ингибирование.



Пленкообразующие ингибиторы далее классифицируются под анодным, катодным или смешанным типом на основе реакций типа, которые они ингибируют [9]. Анодные ингибиторы иногда называют пассиваторами, поскольку анодное растворение катионов металлов и металлов может быть затруднено, когда анодный ингибитор образует пассивирующие пленки оксидов, гидроксидов или солей на анодных участках [9]. Иногда критическая концентрация этих ингибиторов должна использоваться, поскольку при более низких концентрациях коррозия может - союзников.

Катодный ингибитор образует защитный слой на катодных участках, чтобы предотвратить прохождение кислорода в щелочных растворах или  $H^+$  в кислотных условиях. Около 80% органических ингибиторов попадают в ингибитор смешанного типа.

В дополнение к наличию полярных функциональных групп, которые - действует с металлической поверхностью, молекулы ингибитора, имеющие гидрофобные мотивы, могут помочь в образовании защитную гидрофобную поверхностную пленку, которая включает в себя удаление молекулы укорененной воды при взаимодействии металл-поверхность. Это служит препятствием для растворения металла в электролите, как представлено в уравнении 2 [6]:



**Рисунок 1. Общий синтез имидазолина из кислотного альдегида**

Молекулы ингибитора замедляют или подавляют процесс коррозии путем:

- Адсорбция СИ на поверхности металла
- Изменение скорости анодных / катодных реакций
- Замедление скорости диффузии от КИ до металла - поверхность
- Уменьшение электрического сопротивления металлической поверхности.

Основная цель статьи заключалась в обосновании имидазолинов в снижении углекислотной коррозии на газовых промыслах. Ингибирование в нефтяном и газовом поле требует экологически чистых ингибиторов.

Таким образом, понимание функционирования ингибитора коррозии приносит большую пользу при разработке лучших продуктов.

### **Список литературы:**

1. Галио, А.: Ингибиторы коррозии - принципы, механизмы и применения. Ch 16. <https://doi.org/10.5772/57255>
2. Бентисс, Ф.; Жама, С.; Лагрени, М.: Коррозионный контроль мягкой стали с использованием 3,5-бис (4-метоксифенил) -4-амино-1,2,4-триазола в нормальной среде соляной кислоты. Corros. Sci. 51, 1628-1635 (2009). (Singh)
3. Нур, Е.; Аль-Мубараки, А.: Термодинамическое исследование коррозии металла и адсорбции ингибитора процессов в мягкой стали Phys. 110, 145-154 (2008)
4. Дезимон, МП; Гордилло, Г .; Симисон, С.Н.: Влияние температуры и концентрации на механизме ингибирования коррозии амфифильного амидоамин в углекислотной среде. Corros. Sci. 53,4033-4043 (2011)
5. Гарверик Л.: Коррозия в газохимической промышленности. ASM International, Рассел Тауншип (2014)
6. Го, Т, Мо, С.: Использование алкиленовых полиаминов в дистилляционных колоннах для контроля коррозии. Патент США № 3819328 (2016)
7. Тиу, Б; Адвенкула, Р: Полимерные ингибиторы коррозии для нефтегазовой промышленности: принципы и механизм проектирования. Polym. 95, 25-45 (2015 год)
8. Келланд, МА: Производство Химикаты для нефти и газа, Бока Ратон (2010)
9. Дарива, К: Ингибиторы коррозии. Corros. Prot. (2014).
10. Синял, В.: Органические соединения в качестве ингибиторов коррозии в разных средах - обзор. 165-236 (2011)

# СТРУКТУРНАЯ МОДЕЛЬ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УГРОЗ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОСНОВЕ ВРЕМЕННОГО РЯДА

*Елизаров Алексей Юрьевич*

*студент, Оренбургский государственный университет,  
РФ, г. Оренбург*

**Аннотация.** Временные ряды имеют различные характеристики, для разных временных рядов применяются определенные методы прогнозирования. Для прогнозирования угроз информационной безопасности в данной статье будет описана специальная методика, включающая в себя прогнозирование с использованием базовой функции, которая будет распознаваться в исследуемом временном ряду, а затем экстраполироваться на будущие значения с помощью определенных методов прогнозирования.

**Ключевые слова:** временной ряд, регрессионная модель, сглаживание, метод скользящего среднего, коэффициент парной корреляции, аппроксимация функции, метод наименьших квадратов, аппроксимация функции, экстраполяция временного ряда.

Прогнозирование угроз информационной безопасности имеет особенности, которые необходимо учитывать, для того, чтобы прогноз был верен. К таким особенностям относятся:

- Высокая скорость изменения количества угроз определенных типов;
- Связанность угроз друг с другом;
- Отсутствие сезонности для временных рядов такого типа.

На основе данных особенностей можно сделать вывод, что точность прогноза должна быть высокой, а также, тренд должен быть явно выявлен, так как от направленности тренда зависит принятия решения. Кроме того, из-за связанности угроз, необходимо, чтобы прогноз производился одновременно для всех угроз.

На основе всего выше сказанного, было принято решение разработки модели прогнозирования, которая бы включала в себя полный цикл действий применяющийся для прогноза, начиная с распознавания образа и заканчивая получением прогнозных значений временного ряда.

Временной ряд – собранный в разные моменты времени статистический материал о значении каких-либо параметров исследуемого процесса.

Так как исходные данные будут представлены временным рядом, то мы заранее учитываем, что у нас имеются статистические данные по исследуемой угрозе.

Итак, выделим требования к модели, которые должны выполняться для прогнозирования угроз информационной безопасности на основе временных рядов. Данные требования составлены с учетом особенностей прогнозирования угроз информационной безопасности:

1. Сглаживание выбросов и шума;
2. Наиболее быстрое выполнение прогноза;
3. Оптимальная точность;
4. На основе исходного временного ряда модель должна определять базовую функцию на основе базового временного ряда с соответствующей функцией;
5. Аппроксимация на основе базовой функции (нахождение параметров функции) близким к базовой.
6. Экстраполяция (прогноз) – продолжение ряда событий за известный диапазон. Учитывая особенности данного временного ряда, достаточным будет прогноз не дальше краткосрочного.

Все методы, используемые для анализа – в нашем случае будет использоваться для определения образа, и прогнозирования делят на две большие группы: статические модели и структурные модели. Классификация представлена на рисунке 1. [1]



**Рисунок 1. Классификация методов и моделей прогнозирования**

Серым цветом выделены модели, которые будут использоваться для разработки текущей модели, так как они подходят под требования прогнозирования угроз информационной безопасности.

Модель прогнозирования, которая будет представлена далее, будет базироваться на нескольких методах, рассмотренных выше, основной будет регрессионная модель. Кроме того, шаги, входящие в структурную модель, будут содержать математические элементы необходимые для решения конечной задачи. Основой структурной модели будет алгоритм, включающий элементы, которые позволят выполнять все необходимые требования, обозначенные ранее. Итак, для решения поставленной задачи будем использовать следующую последовательность этапов:

1. Сбор данных по заранее определенным угрозам – получение количества атак в единицу времени;
2. Сглаживание исходного ряда с помощью метода скользящего среднего;
3. Определение базовой функции с помощью коэффициента парной корреляции;

4. Аппроксимация функции – нахождение приближительны числовых значений коэффициентов с помощью метода наименьших квадратов;

5. Экстраполяция временного ряда – продолжение во вне искомого временного ряда, прогноз данного ряда с помощью регрессионного анализа;

Каждый шаг данного алгоритма необходимо описать подробнее, затем будет составлена непосредственно структурная модель с учетом данного алгоритма.

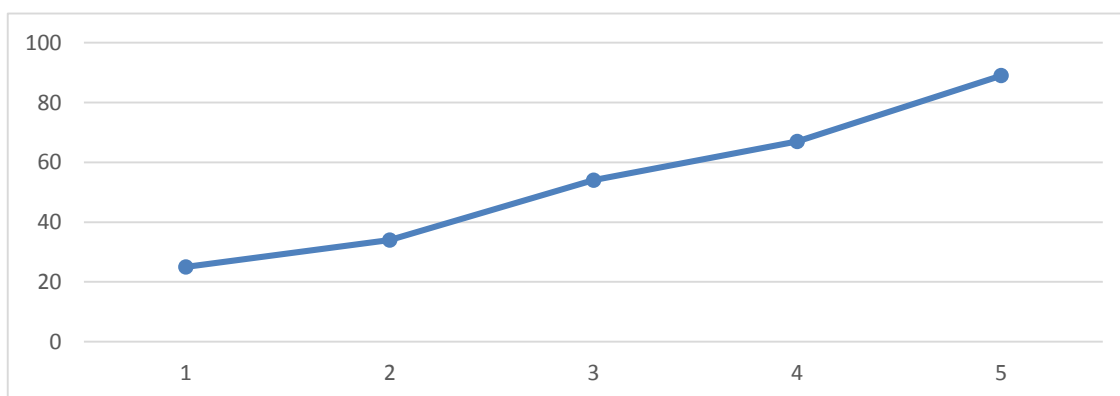
1 При сборе данных вся собранная информация будет представлена в табличном виде по осям  $x$  и  $y$ , где  $x$  – момент времени в сек., а  $y$  – значение параметра. Пример вида угрозы информационной безопасности в виде временного ряда представлен в таблице 1.

**Таблица 1.**

**Отображение угрозы информационной безопасности в виде временного ряда**

$x$	1	2	3	4	5
$y$	25	34	54	67	89

Отображение угрозы из таблицы 2 представлено на рисунке 2.



**Рисунок 2. Количество атак угрозы информационной безопасности**

Как видно по рисунку, данный временной ряда имеет все предпосылки прогнозирования (ярко выраженный тренд).

2 Сглаживание исходного ряда будет реализовываться с помощью метода простого скользящего среднего, так как это наиболее быстрый способ сгладить ряд при небольшом интервале сглаживания. Простое скользящее среднее является одним из наиболее широко используемых индикаторов в техническом анализе. Он не только используется в качестве самостоятельной методики, но и лежит в основе многих других технических индикаторов. При осуществлении сглаживания всем наблюдениям случайной величины из интервала сглаживания присваивается одинаковый удельный вес. С математической точки зрения простое скользящее среднее представляет собой среднее арифметическое значение, а для расчета его значения используется следующая формула: [2]

$$SMA_t = \frac{1}{n} \times \sum_{i=0}^{n-1} P_{t-i} \quad (1)$$

где  $SMA_t$  – значение скользящего среднего в период времени  $t$ ;

$n$  – интервал сглаживания;

$P_{t-i}$  – значение случайной величины на момент  $(t-i)$ .

Рассмотрим порядок сглаживания при помощи простого скользящего среднего на примере случайных данных, представленных в таблице 2.

**Таблица 2.**

**Пример сглаживания методом скользящего среднего**

X(время)	1	2	3	4	5	6
Y(параметр)	25	34	54	67	89	
SMA		29.5	44	60.5	78	92,8

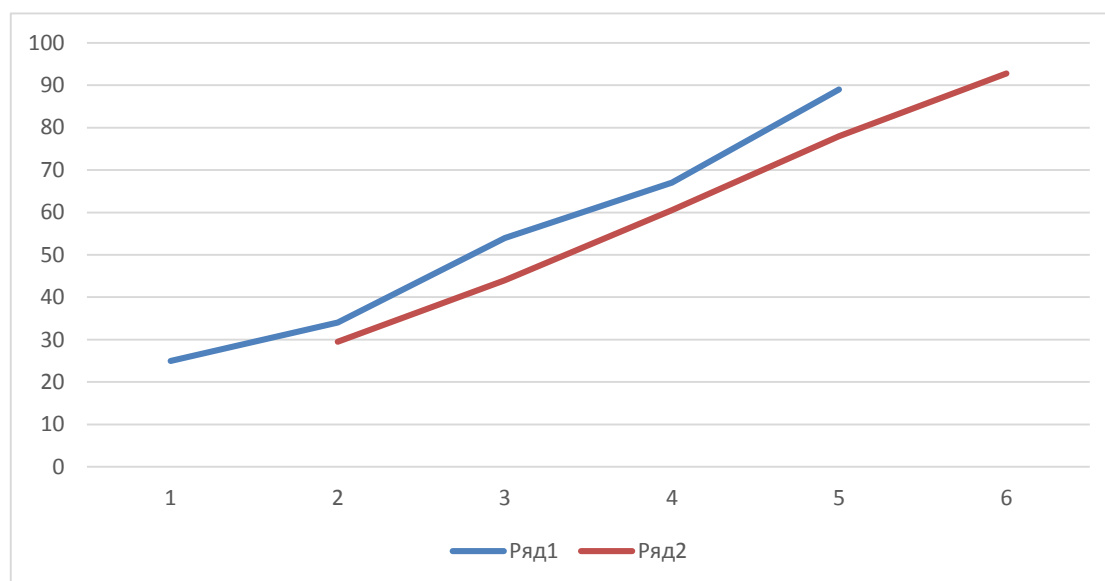
Предположим, что интервал сглаживания равен 2. В этом случае первое значение SMA может быть рассчитано для 2-го периода по приведенной выше формуле и составит 29,5.

$$SMA_2 = (25+35)/2 = 29.5$$

В третьем периоде его значение уже составит 44.

$$SMA_3 = (35+54)/2 = 44$$

Для следующих периодов расчеты были проведены аналогично и графически представлены на рисунке 3.



**Рисунок 3. Сглаживание ряда скользящим средним**

Рассмотренная методика технического анализа позволяет устранить резкие колебания и установить направление преобладающего тренда.

3 Для того, чтобы прогноз был корректен, необходимо определить образ какой исходной функции похож на функцию временного ряда, которую необходимо прогнозировать. Для этого было принято решение использовать метод парной корреляции, суть которого определить коэффициент схожести функции в базе с коэффициентом функции исходного временного ряда. Необходимо отметить, что изначально в базе будут определенные функции для сравнения. Базовые функции представлены в таблице 3.

**Таблица 3.**

**Базовые функции**

№	Наименование базовой функции	Формула базовой функции
1	Линейная	$y = ax + b$
2	Степенная	$y = a+x^b$
3	Показательная	$y = a+b^x$
4	Гиперполическая	$y = a+b/x$
5	Логарифмическая	$y = a+b \ln x$
6	Экспоненциальная	$y = e^{a+bx}$



Базовые функции будут построены в среде MS Excel и их табличные значения будут сравниваться с табличными значениями угрозы информационной безопасности с помощью метода парной корреляции. То есть, с помощью корреляционного анализа можно установить какой график обладает наибольшей похожестью.

Можно измерить, как близко находятся наблюдения к прямой линии, которая лучше всего описывает их линейное соотношение путем вычисления коэффициента корреляции Пирсона

Его истинная величина в популяции (генеральный коэффициент корреляции) оценивается в выборке как  $r$  (*выборочный коэффициент корреляции*), которую обычно получают в результатах компьютерного расчета.

Пусть  $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$  - выборка из  $n$  наблюдений пары переменных  $(X, Y)$ . [3]

Выборочный коэффициент корреляции  $r$  определяется как:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (2)$$

Где  $\bar{x}, \bar{y}$  - выборочные средние, определяющиеся следующим образом:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i$$

Корреляция для исходного примера равна 0.991863819.

4 Аппроксимация функции - функции  $f(x)$  называется нахождение такой функции (аппроксимирующей функции)  $g(x)$ , которая была бы близка заданной. Критерии близости функций могут быть различные. Грубо говоря, аппроксимация позволит найти коэффициенты  $a$  и  $b$  в функции, что позволит сделать прогноз по найденному графику. Для нахождения параметров функции  $F$ , будем использовать метод наименьших квадратов, так как впоследствии будет использоваться регрессионный анализ для экстраполяции функции, основой которой является метод наименьших квадратов. [4]

5 Экстраполяция временного ряда – распространение тенденций, установленных в прошлом, на будущий период.

Прогноз временного ряда будет осуществляться с помощью регрессии, потому что данный метод имеет высокую скорость, что является ключевым в его выборе. Функции, используемые при экстраполяции, будут основываться на базовых, но с найденными коэффициентами. [5]

В результате, была разработана упрощенная структурная модель этапов работы, данная модель представлена на рисунке 4.

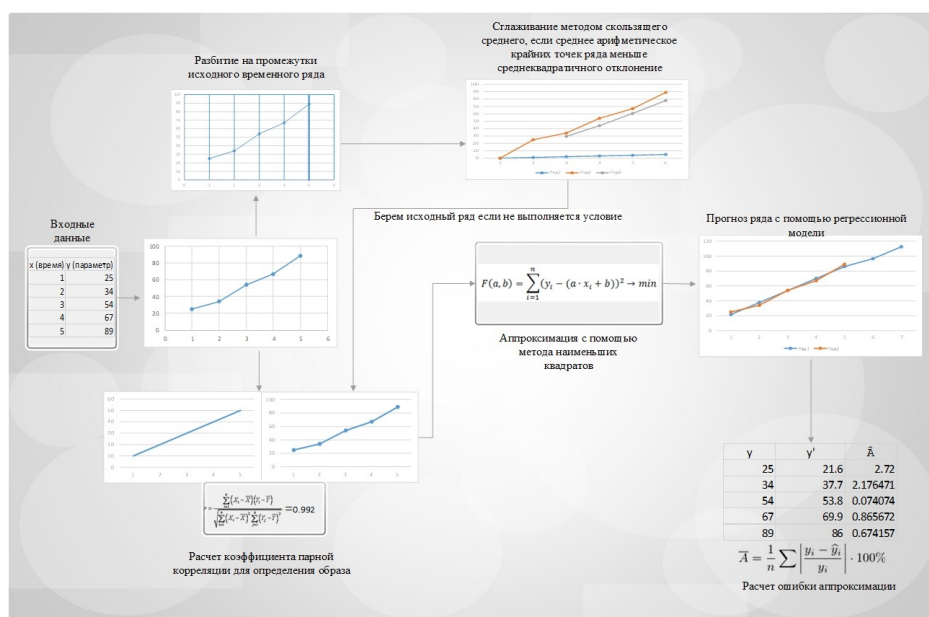


Рисунок 4. Структурная модель прогнозирования угроз ИБ

### Список литературы:

1. Чучуева, И.А. Модель прогнозирования временных рядов по выборке максимального подобия / И.А. Чучуева, Ю.Н. Павлов - Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. - 153 с.
2. Афанасьев, В.Н. Анализ временных рядов и прогнозирование : учеб. пособие для вузов / В.Н. Афанасьев, М.М. Юзбашев - Москва : Финансы и статистика, 2011. - 228 с.
3. Портал знаний [Электронный ресурс].: Коэффициент корреляции – Электрон. дан. – Москва: 2009-2018. – Режим доступа: <http://statistica.ru/theory/koeffitsient-korreljatsii/> – 28.02.2018.
4. Прог [Электронный ресурс].: Линейная аппроксимация – Электрон. дан. – Москва : Prog-cpp, 2009-2017. – Режим доступа: <https://prog-cpp.ru/mnk/> - 20.03.2018.
5. PlanetCalc[Электронный ресурс].: Аппроксимация функции одной переменной – Электрон. дан. – Москва : planetcalc, 2009-2018. – Режим доступа: <https://planetcalc.ru/5992/> – 12.01.2018.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБОРУДОВАНИЯ НА ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ГОРНОПРОХОДЧЕСКИХ РАБОТ

*Лугачева Надежда Александровна*

*Магистрант,  
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева,  
РФ, г. Кемерово*

*Фурман Ангелина Андреевна*

*Студент,  
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева,  
РФ, г. Кемерово*

**Аннотация.** Множество технологических параметров горнопроходческих работ разбито на подмножества, каждое из которых сведено ко времени обслуживания заявки в СМО. Установлено, что продолжительность технологических процессов отображается вводом временных задержек в блоки СМО, имитирующие работу реального производства.

**Ключевые слова:** Горнопроходческие работы, сеть многофазных одноканальных и/или многоканальных СМО, временные параметры, имитационная модель.

Множество технологических параметров горнопроходческих работ разбито на подмножества, каждое из которых сведено ко времени обслуживания заявки в СМО. Установлено, что продолжительность технологических процессов отображается вводом временных задержек в блоки СМО, имитирующие работу реального производства.

Установлено, что горнопроходческие работы отображаются сетью многофазных одноканальных и/или многоканальных СМО без отказов с простейшей дисциплиной обслуживания FIFO и ограниченным входным потоком заявок, который соответствует производственному плану.

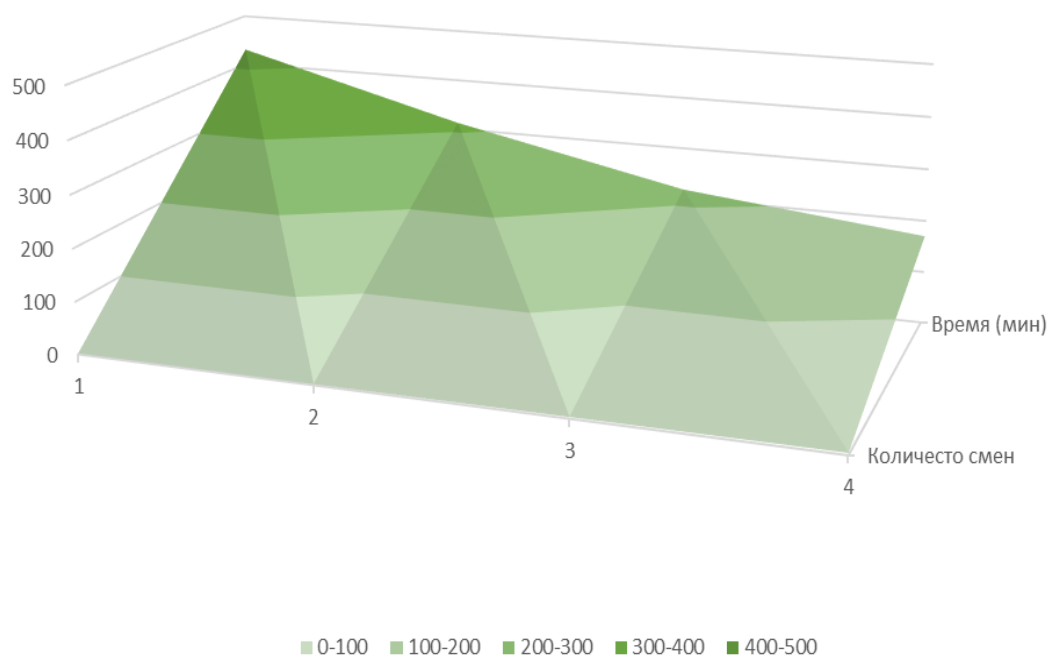
Разработанная модели позволяет оценивать влияние временных параметров на производительность горнопроходческих работ. Для проведения экспериментов были выбраны следующие условия:

Технические характеристики оборудования:

- Имитационная модель, согласно технологической карте
- Имитационная модель, с экспоненциальными входными параметрами
- Имитационная модель с различными внешними факторами.

Имитационное моделирование позволяет проводить эксперименты в широком диапазоне временных задержек оборудования условий и оценивать отклик системы на изменения различных параметров. Поэтому временные и скоростные характеристики оборудования были подобраны как специально, так случайным образом, однако, по проведению экспериментов были выявлены зависимости, которые будут справедливы для всего цикла работы.

На рисунке 1 представлена зависимость времени производства 4 смен (1 цикла) согласно данным технологической карты.

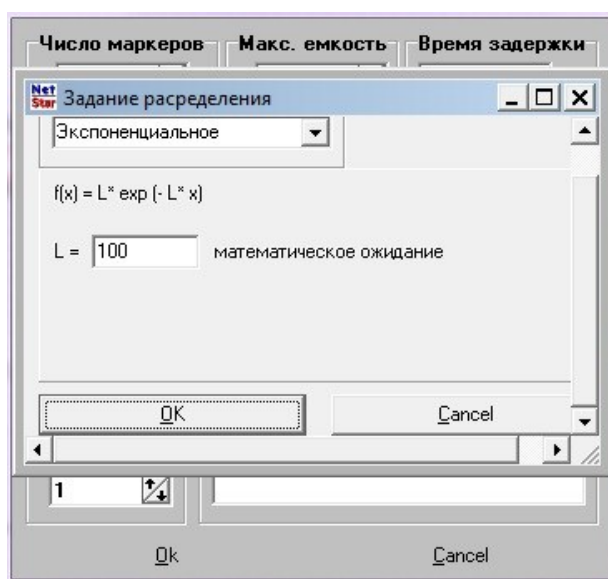


**Рисунок 1. Зависимость времени работ согласно технологической карте**

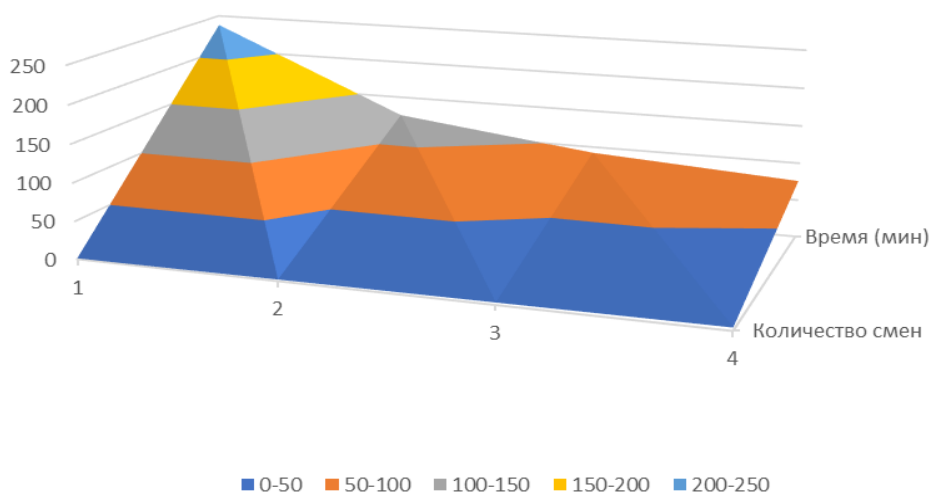
Как видно из рисунка, максимальное время работ идёт на подготовку (1 смена) Все подготовительные работы занимают много времени из-за своей последовательности. Хоть и есть параллельные работы, а именно техническое

обслуживание, комбайну всё равно необходимо ждать завершения остальных работ, чтобы начать свою.

Если взять время выполнения всех работ за экспоненту, ссылаясь на технологическую карту (рисунок 2) то по графику, представленному на рисунке 3 видно, что сократилось общее время работ, но временные задержки по работам сохранились. Техническое обслуживание по-прежнему завершается раньше остальных работ. Готовый комбайн находится в простое и не может приступить к работе. (1 смена не окончена)



**Рисунок 2. Задание значений для экспоненциального распределения**



**Рисунок 3. Зависимость времени работ по экспоненциальному распределению**

Из проведенных экспериментов явно следует, что при прочих равных условиях наилучшие характеристики горнопроходческих работ достигаются в том случае, когда параллельные работы, а именно: Зачистка выработки, передвижка ПТК, наращивание ставов, настилка рельсового пути будет в общей сумме совпадать со временем технического обслуживания.

## РАЗВИТИЕ ГИДРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА

***Рочагов Владимир Олегович***

*магистрант, Рязанский государственный радиотехнический университет,  
РФ, г. Рязань*

***Плюснин Андрей Олегович***

*магистрант, Рязанский государственный радиотехнический университет,  
РФ, г. Рязань*

***Фефелов Андрей Анатольевич***

*научный руководитель, канд. техн. наук, доц.,  
Рязанский государственный радиотехнический университет,  
РФ, г. Рязань*

В последние годы наблюдается значительный рост развития гидроэнергетики в глобальном масштабе. Общая установленная мощность увеличилась на 39% с 2005 по 2015 год, при этом средний темп роста составил почти 4% в год. Рост был сосредоточен на развивающихся рынках, где гидроэнергетика предлагает не только чистую энергию, но также обеспечивает водоснабжение, энергетическую безопасность и способствует региональному сотрудничеству и экономическому развитию. В число факторов, способствующих росту гидроэнергетики, относятся увеличение спроса на электроэнергию, хранение энергии, гибкость производства, управление пресноводными ресурсами и решения по смягчению последствий изменения климата и адаптации. Гидроэнергетика является ведущим источником возобновляемой энергии для производства электроэнергии во всем мире, обеспечивая 71% всей возобновляемой электроэнергии. Достигнув 1,064 ГВт установленной мощности в 2016 году, она произвела 16,4% мировой электроэнергии из всех источников.

С 2004 года возросло развитие гидроэнергетики, особенно на развивающихся рынках и в менее развитых странах. Значительные разработки сосредоточены на рынках Азии (в частности, в Китае), Латинской Америке и Африке. В этих регионах гидроэнергетика дает возможность поставлять электроэнергию недостаточно обслуживаемым группам населения и

производственную базу, в то же время предоставляя ряд дополнительных преимуществ, связанных с многоцелевыми проектами.

*Глобальный потенциал.* Существует множество возможностей для развития гидроэнергетики во всем мире, и, хотя нет четкого консенсуса, оценки указывают на наличие около 10000 ТВт-ч / год неиспользованного гидроэнергетического потенциала во всем мире. Энергетические бассейны, увеличение двусторонней торговли электроэнергией и новые клиенты, требующие «чистой» энергии, могут обеспечить дальнейший рост гидроэнергетики. В различных сценариях рассматривается потенциальное будущее развитие, причем некоторые из них указывают на возможность достичь к 2020 году до 2000-2050 ГВт установленной мощности гидроэнергетики.

Страна	Неразвито (ГВтч/год)	Общий потенциал (ГВтч/год)	Текущее использование (%)
Россия	1 509 829	1 670 000	10%
Китай	1 013 600	2 140 000	41%
Канада	805 111	1 180 737	32%
Индия	540 000	660 000	21%
Бразилия	435 542	817 600	48%
Индонезия	388 289	401 646	3%
Перу	369 058	395 118	6%
Конго	306 512	314 381	2%
Таджикистан	299 269	317 000	5%
США	278 775	528 923	52%

**Таблица 1. Возможность развития гидроэнергетического потенциала**



Ключевыми недавними инновациями в гидроэнергетике были:

Гибкое поколение: 20-й век достиг больших успехов в технологиях гидравлических турбин, в частности, изобретение регулируемых лопастей ротора и направляющих лопаток, обеспечивающих большой рабочий диапазон и эффективность. На новых электростанциях теперь работают насосы с переменной скоростью, что обеспечивает гибкую генерацию как в режиме накачки, так и в режиме генерации. Текущая работа в этой области направлена на то, чтобы модернизировать существующие станции и турбины до аналогичных уровней откачки / генерации, что позволяет гидроэнергетике предоставлять нужное количество электроэнергии в сеть. Кроме того, новые разработки в области автоматического регулирования напряжения сокращают время отклика турбин, улучшая гибкость и стабильность сети. Другие достижения включают новые подходы к сокращению трения и низковольтных турбинных технологий, позволяя гидроэнергетике для работать на менее традиционных объектах.

Производство оборудования: турбины выиграли от продвижения науки о материалах, в которую входят новые сплавы, такие как карбид вольфрама, которые являются более устойчивыми к эрозии и истиранию от осадков. Эффект заключается в том, что части турбины могут подвергаться более высоким потокам давления, тем самым создавая большую мощность. Эти материалы также позволяют работать в более суровых средах, где осадки составляют большой процент. Гидроэнергетика также выиграла от достижений в области вычислительной техники. Интеграция позволило создать более эффективные турбины. Также предпринимаются улучшения в методах и процедурах для поддержания и восстановления устаревающей гидроэнергетической инфраструктуры для повышения производительности и сокращения времени простоя.

Экологически сознательные проекты: хотя гидроэнергетика является низкоуглеродистой возобновляемой энергией, строительство плотины неизбежно изменяет речной режим, возможно, влияя на прохождение рыбы,

концентрацию растворенного кислорода и многое другое. Внедряются новые меры для противодействия этим воздействиям, таким как: дружественные к рыбам турбины; рыбные лифты и более эффективные рыбные лестницы, специально адаптированные к местным видам; выбор турбин с ограниченным воздействием на растворенный кислород; безмасляные турбины и биологически разлагаемые смазочные материалы; и добавление нижних сливных шлюзов и многое другое.

Оптимизация управления водными ресурсами: в отличие от ископаемого топлива выработка зависит от климатических условий, а хранение зависит от множества ограничений, таких как режимы работы, ограничения лицензии для минимального и максимального уровней воды, приоритетность использования воды (орошение, выработка электроэнергии и т. Д.). Оптимизация управления водными ресурсами имеет решающее значение для максимизации доходов для производителей электроэнергии. Достижения в математическом моделировании были направлены на разработку высокотехнологичного программного обеспечения для оптимизации и инструментов, которые помогают принимать оперативные решения. Также новые разработки в автоматических регуляторах напряжения (AVR) и управлении возбуждением улучшили скорость реакции гидросистемы. Это еще больше укрепляет позиции гидроэнергетики как единственного возобновляемого источника, способного надежно предлагать вспомогательные услуги для обеспечения безопасности сетей.

Благодаря высокому уровню промышленного развития, страны Западной Европы и Северной Америки в течение длительного времени опережали все другие страны по степени освоения гидроэнергоресурсов. Уже в середине 20-х годов гидропотенциал был освоен в Западной Европе примерно на 6 %, а в Северной Америке, располагавшей в этот период наибольшими гидроэнергетическими мощностями, - на 4 %. Через полвека соответствующие показатели составляли для Западной Европы около 60 %, а для Северной Америки - примерно 35 %. Уже в середине 70-х годов абсолютные мощности ГЭС Западной Европы превосходили таковые в любом другом регионе мира.

В развивающихся странах относительно высокие темпы использования гидроэнергии в значительной мере обусловлены крайне низким исходным уровнем. При более чем 50-кратном увеличении за полвека установленных гидроэнергетических мощностей развивающиеся страны в середине 70-х годов более чем в 4,5 раза отставали от развитых стран и по мощности электростанций, и по выработке на них электроэнергии. И если в развитых странах гидропотенциал в середине 70-х использовался примерно на 45 %, то в развивающихся странах - только на 5 %. Для всего мира этот показатель в целом составляет 18 %. Таким образом пока еще для мира характерно использование лишь небольшой части гидроэнергетического потенциала.

Также большой интерес в мире в последнее время представляет использование энергии морских приливов для получения электроэнергии, это перспективное направление в гидроэнергетике, т.к. энергия морских приливов возобновляема и практически неисчерпаема - это огромный источник энергии. Во многих странах уже действуют приливные электростанции (ПЭС). Дальше всех в этом направлении пока продвинулась Франция.

### **Список литературы:**

1. Обрезков В.И. "Гидроэнергетика", учебник для ВУЗов, М: 1989г.
2. Б.Б. Богуш, Р.М. Хазиахметов, В.В. Бушуев. Гидроэнергетика XXI века: Россия и мировая интеграция, 2016г.
3. Evan Mangold, Hydrokinetic power: an analysis of its performance and potential in the Roza and Kittitas canals, 2012г.

# **АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НОМЕР PRO ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТОВ ВЕТРОДИЗЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ПРИМЕРЕ С. НОВИКОВО САХАЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Шигина Анна Викторовна  
магистрант, НИУ «МЭИ»,  
РФ, г. Москва*

*Шигин Антон Андреевич  
магистрант, НИУ «МЭИ»,  
РФ, г. Москва*

*Вареникова Ольга Борисовна  
магистрант, НИУ «МЭИ»,  
РФ, г. Москва*

В настоящий момент на территории Дальневосточного региона генерация электроэнергии в зоне децентрализованного электроснабжения построена преимущественно на основе дизельных электростанций малой мощности. В свою очередь, для повышения энергетической и экономической эффективности реализуются проекты внедрения ветряной генерации в существующие сети удаленных населенных пунктов (с. Новиково, п. Никольское, п. Тикси, п. Усть-Камчатск) [1]. При проектировании ветродизельных комплексов (ВДК) возникают две основные подзадачи:

1. Расчет ветроэнергетического потенциала и выбор ветроэнергетических установок (ВЭУ);

2. Моделирование параллельной работы и оптимизация состава ветроэнергетического и дизель-генераторного оборудования по критериям энергетической и экономической эффективности.

Для выполнения первой из обозначенных подзадач существует ряд различных методик (ФЛЮГЕР-XXI, RISO и др.) и узкоспециализированных программных комплексов (WindPRO, Meteodyn, WindFarmer, WindSim, OpenWind, WAsP и др.). Вторая подзадача зачастую выполняется с использованием стандартных программ, реализующих методы математического

программирования (MS Excel, MathCad и др.), и различных сред компьютерного моделирования (MATLab, SolidWorks и др.) [2].

Программное обеспечение Homer Pro (Hybrid Optimization of Multiple Electric Renewables - Гибридная Оптимизация Нескольких Возобновляемых Источников Электроэнергии) позволяет решить обе подзадачи проектирования ВДК. Homer Pro обладает функционалом для моделирования, оптимизации и анализа изменчивости технологического процесса производства тепловой и электрической энергии в электроэнергетических системах с несколькими различными генераторными установками. Описание и анализ возможностей Homer Pro приведем на примере ВДК в селе Новиково, введенного в коммерческую эксплуатацию в 2016 году.

Работа с программным комплексом начинается с задания местоположения проектируемой системы по географическим координатам, для с. Новиково -  $46^{\circ}21' \text{с. ш. } 143^{\circ}21' \text{ в. д.}$  Тогда при расчетах автоматически будут использованы ряды данных, характеризующих ресурсы возобновляемой энергетики и климатические условия в данной точке земной поверхности.

Далее необходимо создать модель автономной системы электро- и теплоснабжения, включающей в себя источники питания, электрическую и тепловую нагрузку, а также линии связи между ними.

Добавление в модель как электрической, так и тепловой нагрузки производится либо заданием одного из стандартных графиков нагрузки (требуется выбор пикового месяца, характера потребителя и значения среднегодовой нагрузки), либо загрузкой текстового файла, каждая строка в котором соответствует среднему значению часовой/минутной нагрузки.

Установлено, что потребляемая мощность села Новиково не превышает 500 кВт, имеет выраженный годовой ход с максимумом в зимний (в среднем 320 – 350 кВт) и минимумом в летний (210 – 250 кВт) период с локальным максимумом в период путины в августе (310 – 320 кВт в среднем и до 500 кВт в максимуме) и не имеет перспективы увеличения электропотребления [3].

В Homer Pro существует возможность выбора генераторного оборудования из обширной базы данных, которая в основном представлена моделями иностранных производителей.

Источником электроэнергии для с. Новиково является местная ДЭС, укомплектованная двумя дизель-генераторными установками САТ марки С 18 номинальной мощностью 508 кВт и 3406 номинальной мощностью 256 кВт, причем последний включается в работу лишь в летний сезон. Полезный отпуск электроэнергии ДЭС равен приблизительно 2.13 млн кВт·ч/год. Теплоснабжение поселка Новиково осуществляется местной котельной, работающей на каменном угле. Оцененная в работе мощность котельной составляет около 300 кВт, а время работы – с октября по май [3].

Среди эксплуатационных характеристик для генераторного оборудования указываются: минимальный уровень нагрузки, уровень нагрева, срок эксплуатации, минимальное время запуска. Также необходимо указать основные параметры топлива, такие как: удельная теплота сгорания, плотность, содержание углерода и серы. Для расчета экономической части модели требуется ввести данные за кВт установленной мощности, величину капиталовложений, стоимость строительства и установки оборудования, затраты на обслуживание и эксплуатацию. Для уточнения расчетов и определения экологического воздействия устройства на окружающую среду заполняется информация в разделах Кривая топлива, Выбросы вредных веществ, Обслуживание. В разделе Режим работы задается время включения/выключения каждого из генераторов и периодичность их работы в течение года.

При добавлении в модель ВЭУ требуются кривая зависимости вырабатываемой мощности от скорости ветра, срок эксплуатации, высота ступицы, а также экономические показатели аналогичные дизель-генераторным установкам. Данные по потерям ВЭУ уточняют технические расчеты, а по обслуживанию – экономические.

Если же при проектировании ВДК не задано дизель-генераторное или ветроэнергетическое оборудование, то в поле область поиска можно ввести предполагаемые значения установленной мощности. При расчете модели будут рассмотрены генераторы, с каждым из указанных значений установленной мощности.

Результаты расчета модели, приведенные в табличном виде (рис. 1), отражают информацию по структуре генерирующих мощностей, экономической части, общесистемным показателям, и всем добавленным в модель техническим устройствам. Дополнительно можно посмотреть подробные показатели для всех возможных вариантов компоновок ВДК, а именно суммарные денежные затраты, движение денежных средств, электричество, суммарный расход топлива, доля возобновляемых источников энергии, выбросы вредных веществ.

Sensitivity Cases: Left Click on a sensitivity case to see its Optimization Results.																
Architecture				Cost			System		Gen500				MP-R			
MP-R	Gen500 (kW)	Dispatch	COE (\$)	NPC (\$)	Operating cost (\$)	Initial capital (\$)	Ren Frac (%)	Hours	Production (kWh)	Fuel (L)	O&M Cost (\$)	Fuel Cost (\$)	Capital Cost (\$)	Production (kWh)	O&M Cost (\$)	
1	508	CC	\$0.251	\$7.37M	\$543,426	\$344,228	16	8,760	1,896,037	524,963	223	524,963	344,129	541,105	6,774	

Optimization Cases: Left Double Click on a particular system to see its detailed Simulation Results.																
Architecture				Cost			System		Gen500				MP-R			
MP-R	Gen500 (kW)	Dispatch	COE (\$)	NPC (\$)	Operating cost (\$)	Initial capital (\$)	Ren Frac (%)	Hours	Production (kWh)	Fuel (L)	O&M Cost (\$)	Fuel Cost (\$)	Capital Cost (\$)	Production (kWh)	O&M Cost (\$)	
1	508	CC	\$0.251	\$7.37M	\$543,426	\$344,228	16	8,760	1,896,037	524,963	223	524,963	344,129	541,105	6,774	
3	508	CC	\$0.255	\$7.49M	\$499,277	\$1,03M	30	7,871	1,593,605	444,852	200	444,852	1,032,386	1,623,325	20,321	
2	508	CC	\$0.257	\$7.54M	\$529,838	\$688,357	22	8,646	1,769,866	493,377	220	493,377	688,257	1,082,209	13,547	
	508	CC	\$0.272	\$7.97M	\$616,648	\$99,91	0.0	8,760	2,270,028	616,191	223	616,191				

**Рисунок 1. Результаты расчета модели ВДК с Новиково**

В результате проделанной работы можно отметить следующие преимущества и недостатки рассматриваемой программы для узкоспециализированных целей ветроэнергетики.

Во-первых, предполагается возможность как оценочных расчетов энергетических комплексов при малом количестве исходных данных, так и технико-экологических и экономических расчетов при задании большого числа входной информации. При этом производится расчет и сравнительная оценка всех возможных вариантов структуры системы исходя из количественных диапазонов входящих в модель технических устройств. Оптимизационные задачи решаются путем ранжирования вариантов по уровню экономической эффективности.

Во-вторых, существуют ограничения по вводу исходных данных для ветровых ресурсов и электрической нагрузки, состоящие в необходимости введения часовых или минутных данных за годовой период. Кроме того, в случае отсутствия интересующего для рассмотрения оборудования среди стандартных, для построения модели используются аналогичные технические устройства, приведенные к требуемым по ряду параметров. Так, например, при построении модели ВДК с. Новиково вместо ВЭУ Vestas V27 использовалась Vergnet GEV MP-R, а вместо дизель-генератора CAT C18 – GenSet. Как следствие, результаты моделирования приобрели дополнительную погрешность. Также ПО не предусматривает идентификацию качества поставляемой потребителю электроэнергии.

Таким образом, можно сделать вывод о простоте использования ПО Homer Pro для расчетов ВДК при разных уровнях исходной информации, однако при наличии большого числа ограничений.

### **Список литературы:**

1. Стратегия социально-экономического развития Дальнего Востока и Байкальского региона на период до 2025 года утв. распоряжением Правительства РФ № 2094-р от 28.12. 2009.
2. Дерюгина Г. В., Малинин Н. К. Основные характеристики ветра. Ресурсы ветра и методы их расчета: уч. пособие. - М.: МЭИ, 2012. – 258 с.  
Официальный сайт ПАО «Передвижная энергетика» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://передвижная-энергетика.рф> (дата обращения 25.08.2018).



*ДЛЯ ЗАМЕТОК*

**ТЕХНИЧЕСКИЕ  
И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ.  
СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ**

*Электронный сборник статей по материалам VIII  
студенческой международной научно-практической конференции*

№ 8 (8)  
Сентябрь 2018 г.

В авторской редакции

Издательство «МЦНО»  
125009, Москва, Георгиевский пер. 1, стр.1, оф. 5  
E-mail: [mail@nauchforum.ru](mailto:mail@nauchforum.ru)

16+

