

ISSN 2310-0370

СБОРНИК ВКЛЮЧЕН  
В НАУКО-  
МЕТРИЧЕСКУЮ БАЗУ

**РИНЦ**



nauchforum.ru

**НаучФорум**

Оставь свой след в науке



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

**МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ:  
ТЕХНИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ  
№ 1(30)**

г. МОСКВА, 2016



nauchforum.ru  
**НаучФорум**  
Оставь свой след в науке

# МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ: ТЕХНИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

№ 1 (30)  
Январь 2016 г.

Издается с марта 2013 года

Москва  
2016

УДК 62+51  
ББК 30+22.1  
М 75

Председатель редколлегии:

**Красовская Наталия Рудольфовна** – кандидат психологических наук, имеет степень МВА, президент некоммерческой организации «Центр РАД».

Редакционная коллегия:

**Волков Владимир Петрович** – канд. мед. наук, рецензент АНС «СибАК»;

**Елисеев Дмитрий Викторович** – канд. техн. наук, доцент, бизнес-консультант Академии менеджмента и рынка, ведущий консультант по стратегии и бизнес-процессам, «Консалтинговая фирма «Партнеры и Боровков»;

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

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

**Карпенко Татьяна Михайловна** – канд. филос. наук, рецензент АНС «СибАК»;

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

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

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

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

## **М 75 Молодежный научный форум: Технические и математические науки.**

Электронный сборник статей по материалам XXX студенческой международной заочной научно-практической конференции. – Москва: Изд. «МЦНО». – 2016. – № 1 (30) / [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: [http://www.nauchforum.ru/archive/MNF\\_tech/1\(30\).pdf](http://www.nauchforum.ru/archive/MNF_tech/1(30).pdf)

Электронный сборник статей XXX студенческой международной заочной научно-практической конференции «Молодежный научный форум: Технические и математические науки» 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.

Сборник входит в систему РИНЦ (Российский индекс научного цитирования) на платформе eLIBRARY.RU.

## **Оглавление**

<b>Секция 1. Архитектура, Строительство</b>	<b>4</b>
ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ВЕТРОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВЫСОТНЫЕ ЗДАНИЯ Бекмаматова Ленара Наримановна Алексеевко Василий Николаевич Жиленко Оксана Борисовна	4
<b>Секция 2. Информационные технологии</b>	<b>13</b>
РЕАЛИЗАЦИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО АЛГОРИТМА СУММИРОВАНИЯ ПОСРЕДСТВОМ BOOST.MPI Булгакова Мария Сергеевна	13
ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЫРУЧКИ РЕСТОРАНОВ БЫСТРОГО ПИТАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ Волкова Светлана Игоревна Кукарцев Владислав Викторович	18
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОСРЕДСТВОМ ЯЗЫКА PYTHON ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО ПОТОКА В СЕТИ Донцова Юлия Андреевна	22
РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ОТЧЁТНОСТИ ОБ УЧЕБНО- ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СОТРУДНИКОВ ВУЗА Котов Роман Игоревич Тарасов Алексей Иванович	27
<b>Секция 3. Энергетика</b>	<b>32</b>
ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В ЖКХ ГОРОДА САМАРЫ ДО 2030 Г. Халикова Лилия Дамировна Рязанов Владимир Евгеньевич Краснова Наталья Петровна	32

## СЕКЦИЯ 1.

### АРХИТЕКТУРА, СТРОИТЕЛЬСТВО

#### ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ ВЕТРОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ВЫСОТНЫЕ ЗДАНИЯ

***Бекмаматова Ленара Наримановна***

*магистрант кафедры геотехники и конструктивных элементов зданий  
архитектурно-строительного факультета  
Академии строительства и архитектуры  
ФГАОУ ВО КФУ им. В.И. Вернадского,  
РФ, г. Симферополь*

***Алексеев Василий Николаевич***

*научный руководитель, канд. техн. наук, доц. кафедры геотехники  
и конструктивных элементов зданий Академии строительства и архитектуры  
ФГАОУ ВО КФУ им. В.И. Вернадского,  
РФ, г. Симферополь*

***Жиленко Оксана Борисовна***

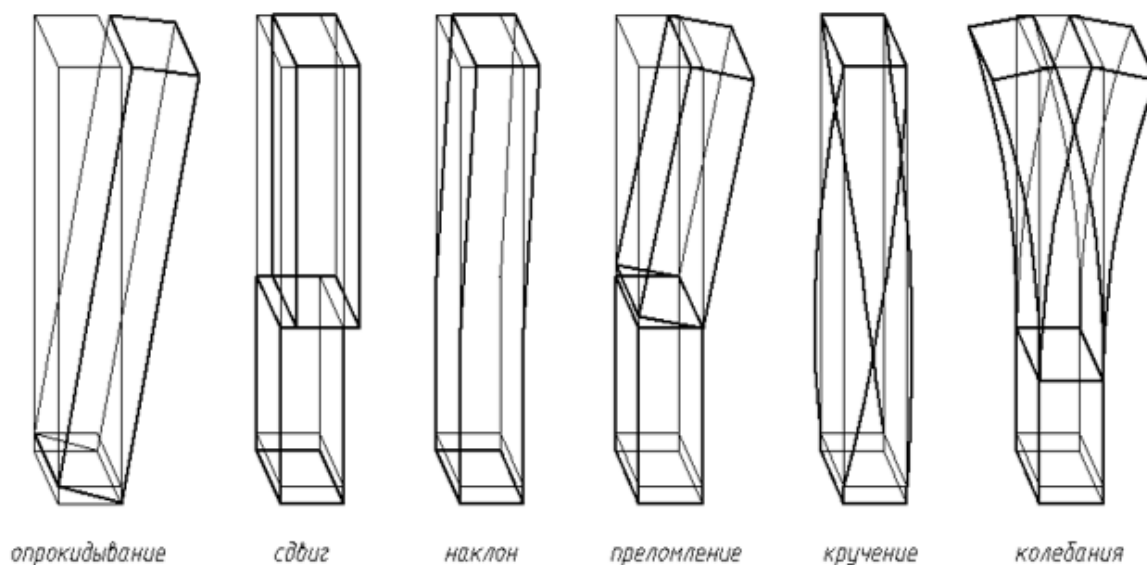
*научный руководитель, канд. техн. наук, доц. кафедры геотехники  
и конструктивных элементов зданий Академии строительства и архитектуры  
ФГАОУ ВО КФУ им. В.И. Вернадского,  
РФ, г. Симферополь*

Влияние ветровых нагрузок на высотные и сверхвысотные здания является превалирующим над иными нагрузками. Проведен анализ определения аэродинамических коэффициентов и расчетных усилий, возникающих при ветровом воздействии.

Учет и расчет ветрового воздействия на высотное и сверхвысотное здание имеет основополагающую роль. Конструкции такого рода зданий требуют неразрывности элементов, передающих нагрузку на основание, а также обеспечение согласования передачи нагрузок для каждого этажа. Исходя из нынешних требований владельцев либо арендаторов, важна свободная планировка пространств. Поэтому при распределении точек передачи нагрузок

наряду со статической целесообразностью учитывается и рациональное использование площадей.

При воздействии горизонтальных нагрузок, таких как ветровые и сейсмические, в сооружении возникают деформации и различные комплексные движения. Деформации от действия горизонтальных сил представляют собой *изгиб, сдвиг на разных уровнях сооружения, опрокидывание, наклон, преломление, кручение, колебания* (рис.1)



**Рисунок 1. Деформации высотных зданий от действия горизонтальных сил**

Обеспечение статической надежности здания – основная задача инженера, однако при возведении сверхвысотного здания расчеты ветровых нагрузок и их воздействие имеют весомую значимость с точки зрения определения реакции на образование шумов от ветра, завихрений и пр.

Современные высотные здания, выполненные из стекла, бетона и металла имеют большую подверженность ветровому воздействию, в отличие от своих предшественников, возводимых в былые времена из кирпичной кладки. На период строительства первых высоток воздействие ветровых нагрузок не учитывалось, так как масса здания при соответствующем соотношении высоты и размеров в плане позволяла обеспечивать боковую устойчивость. Но в дальнейшем, при возрастании высоты здания и повышении

его гибкости, расчет конструкции на боковые нагрузки приобрел первостепенное значение.

Отсюда можно сделать вывод, что задача проектировщика заключается в обеспечении выполнения требований по надежности возводимого здания при воздействии ветровых нагрузок и его пригодности к нормальной эксплуатации в течение всего срока службы.

Законы движения воздуха и силы, возникающие на поверхности тел, относительно которых происходит его движение изучаются аэродинамикой.

Аэродинамика высотных зданий имеет свою специфику, так как для них влияние наружных климатических воздействий и величины градиентов перемещения потоков массы и энергии внутри здания являются по своей значимости экстремальными.

Известно, что температура внешнего воздуха понижается через каждые 150 м на 1 °С, барометрическое давление через каждые 8 м на 1гПа, при этом скорость ветра увеличивается. Процесс изменения температуры и атмосферного давления описывается формулами [1]:

$$t_h = t_0 - 0.0065 \times h, \quad (1)$$

$$p_h = p_0 (1 - 2.25577 \times 10^{-5} \times h)^{5.2559}, \quad (2)$$

где:  $t_h, p_h$  - соответственно температура, °С, и давление, Па, на высоте  $h$ , м;

$t_0, p_0$  - соответственно температура, °С, и давление, Па, у поверхность земли;

Изменение скорости набегающего потока по высоте оценивают с помощью логарифмического закона, степенного закона, спирали Экмана [6,7]. Они дают возможность оценить скорость ветра  $v$  на высоте  $h$ , если известна скорость ветра  $v_0$  на высоте  $h_0$ . Например, степенной закон изменения скорости ветра по высоте имеет вид [1]:

$$v_h = v_0 (h/h_0)^\alpha, \quad (3)$$

где:  $v_h$  – скорость ветра, м/с, на высоте  $h$ , м;

$v_0$  – скорость ветра, м/с, измеренная на высоте  $h_0$ , м (как правило, скорости ветра измеряются на высоте 10–15 м);

$\alpha$  – показатель степени, зависящий от типа местности и устанавливаемый экспериментально;

Однако, будет ложным считать лишь данные примеры верными для расчета скорости ветра. Так как воздействие ветра зависит от рельефа, наличия зданий и сооружений на этой территории, объемно-пространственной структуры самого здания, его скорость на одной высоте, рассчитанная в условиях плотной застройки или на открытой местности будет различна и соответственно расчет выполняется по иным формулам. Скорость ветра  $v$  на высоте  $h$  в зависимости от типа местности в модели степенного закона рассчитывается по формуле[6]:

$$v_h = v_0(\delta_0/h_0)^{\alpha_0} \times (h/\delta)^\alpha, \quad (4)$$

где:  $v_h$  – скорость ветра, м/с, на высоте  $h$ , м, на местности, тип которой характеризуется показателем степени  $\alpha$  и толщиной пограничного слоя  $\delta$ ;

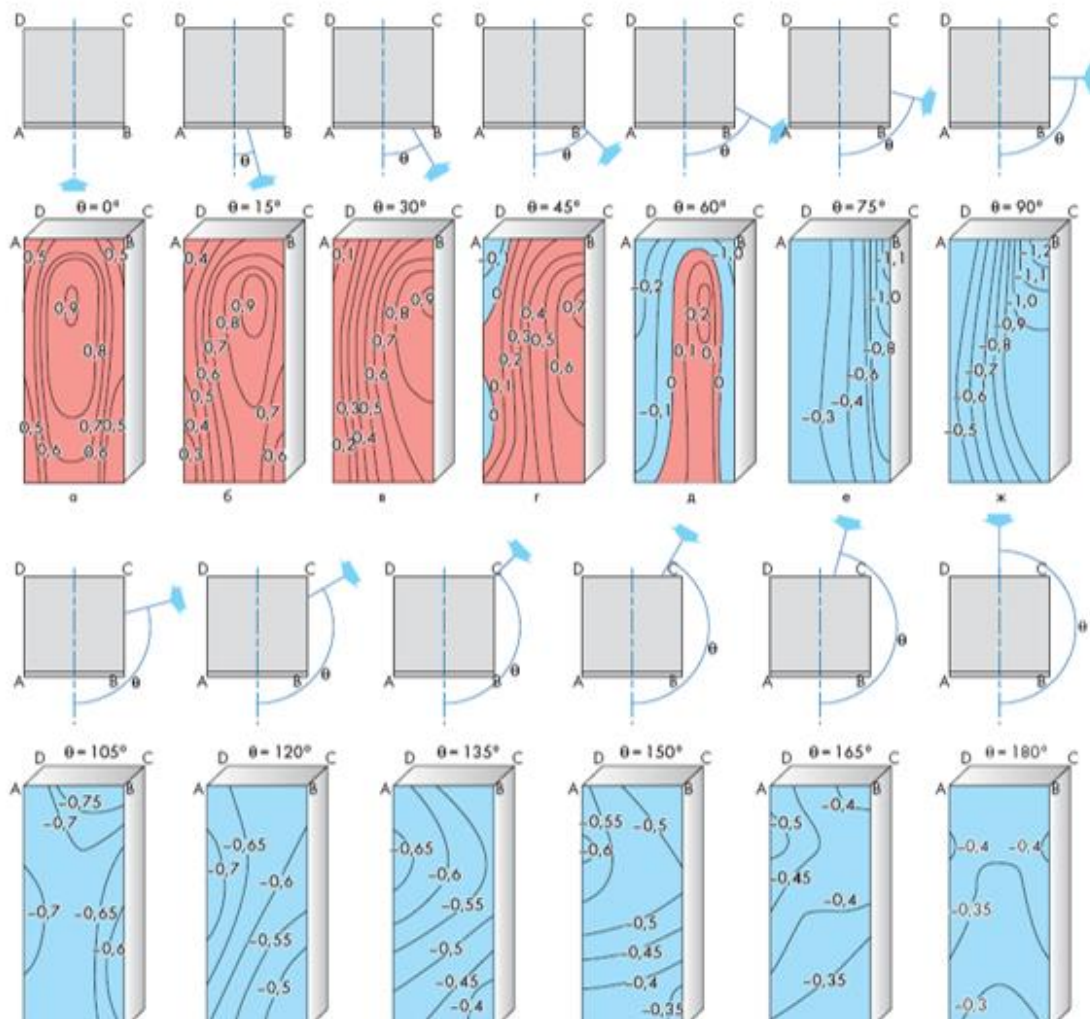
$v_0$  – скорость ветра, м/с, измеренная на высоте  $h_0$ , м, на местности, тип которой характеризуется показателем степени  $\alpha_0$  и толщиной пограничного слоя  $\delta_0$ ;

$\alpha$  – показатель степени, зависящий от типа местности и устанавливаемый экспериментально;

$\delta$  – толщина пограничного слоя, м, для рассматриваемого типа местности;

Распределение значений аэродинамических коэффициентов на фасаде квадратного в плане здания рассмотренные Ледневым В.В [4] (рис.2) отображают влияние характеристик ветрового воздействия на высотные здания, используемые при расчете последних. Данные характеристики представляют собой скорость набегающего потока ветра, которая с увеличением высоты здания возрастает; различное направление и характер ветра. При расположении фасада под углом от 0 до 60° относительно направления ветра среднее давление на фасаде положительно, если же этот угол составляет 60-180°, то среднее давление – отрицательно.





**Рисунок 2. Значения аэродинамических коэффициентов на фасаде квадратного в плане высотного здания при различных направлениях ветра**

Однако, характер распределения приведенных выше коэффициентов может существенно отличаться при рассмотрении иной формы здания. Проектирование высотных зданий осуществляется на основе метеорологических, микрометеорологических и климатологических данных. Поэтому для достижения надежности возводимых зданий необходимо владеть информацией о ветровом режиме местности, о зависимости между ветровым режимом местности и нагрузками, возникающими на сооружении, а также работе сооружения под воздействием этих нагрузок.

Определение распространения ветрового давления на высотные здания и влияние возведенного здания на окружающую застройку в пограничном слое с помощью аэродинамических труб широко развито в США, Европе и Азии.

Так, в Германии, в городе Аахен Институт индустриальной аэродинамики имеет аэроакустическую аэродинамическую трубу, позволяющую моделировать атмосферный поток ветра на моделях высотных зданий в масштабе от 1:150 до 1:500 и получать данные по аэродинамическим структурным нагрузкам на здания, аэродинамическим панельным нагрузкам на фасады зданий и грамотные ответы на градостроительные решения, включая шумы и аэроакустику [2].

Имеющиеся аэродинамические трубы в России (в МГУ, Бауманском университете) позволяют продувать модели в малом масштабе, что само по себе сокращает достоверность этого эксперимента. Аэродинамические трубы в ЦАГИ, напротив, позволяют продувать модели в большом масштабе: 1:50, 1:75. Но все эти трубы пока не позволяют создавать поток воздуха, соответствующий пограничному слою.

Результаты действия аэродинамических сил получают, используя имеющиеся решения теоретической аэродинамики и данные экспериментальных исследований. Поскольку аэродинамические силы зависят от времени, для определения реакции сооружения используются методы динамики сооружений. Проводится анализ аэроупругости конструкции, т.е. рассматривается взаимодействие между аэродинамическими и инерционными силами, демпфированием и силами упругости с целью проверки аэродинамической устойчивости объекта исследования [2].

Современные высотные здания являются гибкими и легкими, вследствие этого они характеризуются меньшим уровнем демпфирования и возможностью резонансного колебания конструкции, в результате совмещения собственной частоты колебаний с интервалом средних частот повторения порывов ветра.

Существует три основных направления уменьшения амплитуд колебаний сооружений:

- выбор рациональных форм, размеров и других параметров сооружения;
- повышение способности сооружения рассеивать энергию колебаний;

- изменение характера обтекания сооружения (или его части) ветровым потоком с целью уменьшения интенсивности переменных аэродинамических сил.

Резонансное усиление реакции сооружения под действием сил вызвано турбулентным характером атмосферы. Количественной характеристикой турбулентного движения воздуха является скорость. Целесообразно дифференцировать ветровую нагрузку на среднюю и пульсационную составляющие. При проектировании высотных зданий первостепенное значение имеет средняя скорость ветра, принимаемая в условиях Российской Федерации с периодом повторяемости раз в 50 лет. Следует подчеркнуть, что данная повторяемость превышает значение повторяемости, рассчитываемой в соответствии со сводом правил «Нагрузки и воздействия» [8] в 10 раз.

Тем не менее, учет степени турбулентности природного воздушного потока, набегающего на сооружение, локальной или «пристеночной» турбулентности и завихрений воздуха, вызываемые самим сооружением исключает ряд негативных воздействий. Поскольку вследствие набегающего ветра возникающие вихри вызывают круговые восходящие потоки и всасывающие струи вблизи здания, из-за чего появляются небольшие ощущаемые колебания.

Интенсивные ветровые воздействия определяют выбор общей формы здания. Широко применяется башенный тип, с повышенной устойчивостью в обоих направлениях. Данный тип здания имеет развитое поперечное сечение и обтекаемую объемную форму, что способствует понижению аэродинамического коэффициента при определении расчетных усилий от ветровых воздействий.

Наряду с этим, если в сооружениях, обтекаемых воздушным потоком, точка приложения результирующей ветровой нагрузки не совпадает с центром жесткости сооружения, то возникают аэродинамические моменты. В результате сооружение испытывает действие крутящего момента. При воздействии ветра появляются завихрения, в результате которых возникают неприятные звуки

от перекоса конструкций шахт лифтов. От проникания таких потоков через щели в окнах, а также «завывания» вокруг здания, затрудняется нормальная его эксплуатация, а также проявляются неприятные физиологические ощущения у людей, живущих и работающих в здании.

Во избежание таких дискомфортных условий выявлены и количественно оценены границы комфортности (скорость ветра свыше 5 м/с - это начало дискомфорта, свыше 10 м/с - у человека возникают неприятные ощущения, а свыше 20 м/с – это опасное состояние) и стадии дискомфортного пребывания в помещении в зависимости от величины ускорения колебаний перекрытий под воздействием пульсационной составляющей ветровой нагрузки в % от ускорения силы тяжести [3]; ограничены величины прогиба верха здания (с учетом крена фундаментов) в зависимости от его высоты, а также [5] регламентирована практически неощутимая величина ускорения колебаний - 0,08 м/с<sup>2</sup>.

#### **Выводы:**

1. Конструкции высотных зданий требуют неразрывности элементов, передающих нагрузку на основание.

2. Высотные здания являются гибкими. Влияние ветра на них может быть критичным. Необходимо учитывать согласование передачи эксплуатационных нагрузок для каждого этажа в зависимости от климатических факторов района строительства.

3. При проектировании высотных зданий первостепенное значение имеет средняя скорость ветра, принимаемая в условиях Российской Федерации с периодом повторяемости раз в 50 лет. Следует подчеркнуть, что данная повторяемость превышает значение повторяемости, рассчитываемой в соответствии со сводом правил «Нагрузки и воздействия» [8] в 10 раз. Такое различие требует продолжения исследований ветрового воздействия на высотные здания с разработкой методики принятия уточняющих аэродинамических коэффициентов.

## Список литературы:

1. АВОК – [электронный ресурс]  
[http://www.abok.ru/for\\_spec/articles.php?nid=2662](http://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=2662) (Дата обращения: 13.12.2015)
2. Генералов В.П. Особенности проектирования высотных зданий: учеб.пособие / В.П. Генералов; Самарск. гос. арх.-строит, ун-т. - Самара, 2009. - 296 с, ил.
3. Институт строительства и архитектуры МГСУ [электронный ресурс]  
<http://mgsu.ru/universityabout/Struktura/Instituti/ISA/vysshee-obrazovanie/aerodinamika-vysotnykh-zdaniy.php> (Дата обращения: 18.12.2015)
4. Леденев В.В. Высотные здания: учеб.пособие / В.В. Леденев; Тамбовск. гос. техн. ун-т. - Тамбов, 2014. - 277 с.
5. МГСН 4-19.05: Многофункциональные высотные здания и комплексы: Московские городские строительные нормы. – М.: ОАО ЦНИИЭП жилища, 2005. – 208с.
6. Реттер Э.И. Архитектурно-строительная аэродинамика. – М.: Стройиздат, 1984. - 294с. ил.
7. Симиу Э., Сканлан Р. Воздействие ветра на здания и сооружения. М., 1984.
8. СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*: Свод правил. – М.: Минрегион России, 2010. – 96с.

## СЕКЦИЯ 2.

### ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

#### РЕАЛИЗАЦИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО АЛГОРИТМА СУММИРОВАНИЯ ПОСРЕДСТВОМ BOOST.MPI

*Булгакова Мария Сергеевна*

*аспирант, физико-математический факультет,  
ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С.Тургенева»,  
РФ, г. Орёл*

Одной из актуальных задач является задача распараллеливания. Параллельные методы вычислений позволяют добиться оптимального времени выполнения поставленных задач. Особый интерес представляет малоизученная библиотека Boost.MPI для C++, как простой и гибкий инструмент распараллеливания.

#### **Постановка задачи.**

С помощью библиотеки Boost.MPI параллельно вычислить сумму телескопического ряда. И установить зависимость время работы от числа процессов.

#### **Реализация.**

Сначала следует поставить Boost и MPI, а также OpenMPI. Компиляция и запуск программы с названием mpi-boost.cpp, например на 2-х процессах, производится с помощью команд:

```
->mpic++ -o mpi-boost mpi-boost.cpp -lboost_mpi
```

```
->mpirun -np 2 ./mpi-boost
```

Первым шагом в написании программы является создание mpi::environment объекта, с аргументами указанными в функции main(). Взаимодействие с MPI всегда осуществляется через коммуникатор, который должен быть создан как объект типа mpi::communicator[1]. Этот коммуникатор может показать сколько процессов запущено ("size") и также присваивает уникальный номер каждому процессу от нуля до размера коммуникатора ("rank").

При этом в заголовке программы подключаются:

```
#include <boost/mpi/environment.hpp>
#include <boost/mpi/communicator.hpp>
```

Производится создание объектов в начале работы:

```
int main(int argc, char* argv[]){
    mpi::environmentenv(argc, argv);
    mpi::communicatorworld;
```

Получить ранг процесса и их количество можно таким образом:

```
rank=world.rank();
size=world.size();
```

Итак, нам нужно вычислить сумму телескопического ряда, которая имеет вид

$$\sum_{i=1}^{\infty} \frac{1}{i(i+1)} = 1 \quad (1)$$

А именно проверить его сходимость к единице. Чтобы распараллелить вычисление суммы, каждый процесс будет вычислять только члены ряда начиная со своего номера, т.е. с rank+1 и через число процессов, т.е. через size и находить только их сумму.

```
for(i=rank+1; i<=n; i+=size)
    sc+=1./(i*(i+1.));
```

Далее эти суммы с каждого процесса необходимо просуммировать. Для этого мы воспользуемся коллективной операцией Reduce [2]. Которая выполняет операцию со значением переменной от каждого процесса и заносит в новую переменную полученный результат, который хранится на специальном корневом процессе. В нашем случае данным корневым процессом будет являться процесс с рангом 0. Для нахождения итоговой суммы ряда воспользуемся операцией суммирование сумм, полученных с каждого процесса. Данная операция обозначается std::plus.

Для использования `reduce` и `std::plus` следует подключить в заголовке программы:

```
#include <boost/mpi/collectives.hpp>
#include <boost/mpi/operations.hpp>
```

Если `sc` - сумма значений одного или нескольких членов члена, а `s` - сумма ряда, и `world` - коммуникатор, то вызов функции `reduce` выглядит следующим образом:

```
mpi::reduce(world,sc,s,std::plus<double>(),0);
```

Точность суммы ряда зависит от количества членов ряда.

Продемонстрируем это на примере:

```
n = 10, summ = 0.909091
n = 100, summ = 0.990099
n = 1000, summ = 0.999001
n = 10000, summ = 0.9999
n = 100000, summ = 0.99999
n = 1000000, summ = 0.999999
n = 10000000, summ = 1
```

Итак, при большом числе членов ряда сумма стремится к точному значению равному 1.

Для того, чтобы вычислить время выполнения суммирования надо создать объект типа `mpi::timer`, для этого надо подключить в заголовке файла:

```
#include <boost/mpi/timer.hpp>
```

Запуск таймера производится командой:

```
timer.restart();
```

а получение времени в секундах с момента запуска:

```
time=timer.elapsed();
```

С помощью функции `elapsed_min()`, возвращающая минимальное ненулевое значение, которое функция `elapsed()` [2] может вернуть, можно получить погрешность вычисления времени:

```
pogr=timer.elapsed_min();
```



Итак, программа должна выдавать итоговую сумму ряда, время работы и погрешность измерений. Но это надо делать только для процесса с рангом 0, т.к. итоговая сумма храниться именно на нем:

```
if (rank==0) std::cout<< "summ = " << s << ", time = " << time
<< ", pogr = " <<pogr<<std::endl;
```

Полный код приведен ниже:

```
1. #include <boost/mpi/environment.hpp>
2. #include <boost/mpi/communicator.hpp>
3. #include <boost/mpi/timer.hpp>
4. #include <boost/mpi/collectives.hpp>
5. #include <boost/mpi/operations.hpp>
6. #include <iostream>
7.
8. namespace mpi = boost::mpi;\
9.
10. int main(int argc, char* argv[]){
11. mpi::environment env(argc, argv);
12. mpi::communicator world;
13. int rank, size, i, n=10000000;
14. double s=0.0, sc=0.0, time=0.0, pogr=0.0;
15. rank=world.rank();
16. size=world.size();
17. mpi::timer timer;
18. pogr=timer.elapsed_min();
19. timer.restart();
20. for(i=rank+1; i<=n; i+=size)
21. sc+=1./(i*(i+1.));
22. mpi::reduce(world, sc, s, std::plus<double>(), 0);
23. time=timer.elapsed();
```

```

24. if (rank==0) std::cout<< "summ = "<< s <<
    ", time = " << time << ", pogr = " <<pogr<<std::endl;
25. return 0;
26. }

```

Нам осталось установить зависимость времени выполнения от количества процессов. Протестируем программу на 1, 2 и 3 процессах:

```

maria@hp:~/Boost.MPI$ mpirun -np 1 ./mpi-boost
    summ = 1, time = 0.922882, pogr = 1e-06
maria@hp:~/Boost.MPI$ mpirun -np 2 ./mpi-boost
    summ = 1, time = 0.553266, pogr = 1e-06
maria@hp:~/Boost.MPI$ mpirun -np 3 ./mpi-boost
    summ = 1,time = 0.539136, pogr = 1e-06

```

Так как программа была запущена на двух-ядерном процессоре, то заметно большое сокращение времени работы в 1,668062017 раза при запуске двух процессов. Дальнейшее увеличение числа процессов при работе на одной машине приводит к увеличению эффективности только в 1,0262086 раз.

Таким образом, после проведенного исследования была выявлена обратная зависимость времени выполнения от числа процессов. При увеличении числа процессов время уменьшается.

### Список литературы:

1. Boost.MPI— [Электронный ресурс] — Режим доступа. — URL: [http://www.boost.org/doc/libs/1\\_60\\_0/doc/html/mpi.html](http://www.boost.org/doc/libs/1_60_0/doc/html/mpi.html) (дата обращения 05.01.2016)
2. Douglas Gregor, Matthias Troyer, Boost.MPIVersion 1.0. /Douglas Gregor, Matthias Troyer // Trustees of Indiana University. — 2005-2007. — A 133.

## **ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЫРУЧКИ РЕСТОРАНОВ БЫСТРОГО ПИТАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

***Волкова Светлана Игоревна***

*студент Сибирского Государственного Аэрокосмического Университета  
им. академика М.Ф. Решетнева,  
РФ, г. Красноярск*

***Кукарцев Владислав Викторович***

*научный руководитель, канд. техн. наук, доц. Сибирского Государственного  
Аэрокосмического Университета им. академика М.Ф. Решетнева,  
РФ, г. Красноярск*

Вопросы прогнозирования стоимостных показателей (выручка, прибыль, затраты и др.) всегда занимают руководство организации, ее акционеров и потенциальных инвесторов. В настоящее время на фоне развития информационных технологий данный вопрос стоит гораздо острее. Для внутренней работы ресторана быстрого питания также очень важны точные прогнозы выручки. Их используют для принятия оперативных управленческих решений, таких как: заказ продуктов и расходных материалов, составление расписания персонала ресторана. Руководство организации и управляющее звено ресторана хочет видеть как можно более точные прогнозы, но средств для этого не так уж и много. В данной статье предлагается собственный вариант информационной системы для краткосрочного прогнозирования выручки ресторана быстрого питания в пределах одной недели.

Такие крупные сети ресторанов быстрого питания как, например, KFC, McDonald's или Burger King, не так остро нуждаются в краткосрочном прогнозировании выручки, как более мелкие сети или даже отдельные заведения. Причиной этому является поток гостей, который у подобных крупных сетей очень велик, и они точно знают, что продукты, закупленные для приготовления блюд, не испортятся. В мелких же сетях краткосрочное планирование выручки значит много, оно помогает делать корректные заявки на продукты и расходные материалы, что уменьшает списания продуктов

и повышает удовлетворенность гостей, ведь в наличии всегда есть все представленные в меню блюда.

Все вышесказанное обуславливает актуальность данной статьи.

*В ходе анализа существующего программного обеспечения было выявлено, что существует множество различных приложений для прогнозирования чего-либо. Для прогнозирования именно в ресторанном бизнесе не было найдено ни одного программного продукта, так как, если таковые и имеются, то написаны под конкретный ресторан и их нет в открытом доступе. Исходя из этого, я предлагаю свою версию простого программного приложения для ресторана быстрого питания.*

В ходе анализа было выявлено, что выручку можно рассчитать с помощью математической модели, имитационного моделирования, экспоненциального сглаживания и многими другими методами. Все эти методы требуют от управленцев специальных знаний и навыков. Мною не было обнаружено какого-то простого способа прогнозирования, не требующего подготовки.

Ежедневная выручка подобных ресторанов при внутренних равных условиях напрямую зависит от следующих внешних факторов:

- календарный месяц;
- день недели;
- начало, середина либо конец месяца;
- температура воздуха;
- наличие каких-либо осадков;
- праздники;
- акции в ресторане;
- акции в ресторанах-конкурентах, находящихся поблизости.

Ежедневно менеджер ресторана заносит в предлагаемое приложение вышеперечисленные статистические данные. Для того чтобы спрогнозировать выручку на следующий день, нужно всего лишь туда ввести нужные месяц, день недели, прогноз погоды, наличие праздников, акций в собственном ресторане и ресторанах-конкурентах. Приложение обрабатывает полученные

данные, сравнивает их по каждому параметру с фактическими данными за прошлые периоды, введенными ранее, и из похожих или совпадающих по показателям дней выбирает среднее значение выручки методом простого скользящего среднего.

Рассмотрим метод простого скользящего среднего. Он заключается в том, что прогнозируемый показатель рассчитывается как усредненное значение этого показателя за несколько предыдущих моментов времени. В результате подобной операции первоначальные колебания динамического ряда сглаживаются, поэтому и операция называется сглаживанием рядов динамики. В общем случае формула выглядит так:

$$f_k = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} x_{k-i}$$

где:  $f_k$  – прогноз продаж на момент времени  $t_k$ ;

$N$  – число предшествующих моментов времени, используемых при расчете (интервал сглаживания);

$x_{k-i}$  – реальное значение показателя в момент времени  $t_{k-i}$ .

Данным, включенным в процесс скользящего среднего, присваивается одинаковый вес. Вес отдельного наблюдения, входящего в скользящее среднее, равен  $1/N$ , и равен нулю для наблюдений, отсутствующих в нем. Чувствительность скользящего среднего обратно пропорциональна числу точек, входящих в среднее, поэтому без изменения числа точек чувствительность изменить невозможно.

В предлагаемом приложении за основу берется не определенный прошлый период времени, а отобранные ранее похожие по параметрам дни. Значения выручки в эти дни складываются и делятся на количество этих дней. Тем самым точность подобного прогнозирования зависит от количества введенной в приложение фактической информации за прошлые периоды, чем больше ее, тем точнее результат.

На примере сети ресторанов «Big Yorker» в городе Красноярск, в которых было внедрено данное приложение, можно сказать, что оно довольно эффективно. В данных ресторанах и ранее собиралась в простой электронный

отчет вся статистическая информация, но прогнозы по ней делались «на глаз», без применения каких-либо математических методов. С внедрением предложенного приложения менеджеры ресторана могут делать гораздо более точные прогнозы выручки сроком до недели, что позволяет делать более корректные заявки на продукты. За месяц использования вышеописанного приложения в шести ресторанах сети удалось уменьшить остатки на складах в среднем на 40-50 тыс. рублей и избежать нехватки продуктов, при этом приложение абсолютно бесплатно. Данный факт, несомненно, позволил избежать эффекта «мертвых затрат» и тем самым увеличить чистую прибыль ресторанов, что доказывает эффективность предложенного мною приложения.

### Список литературы:

1. Губинова Т.В. Применение экспоненциального сглаживания для прогнозирования выручки // Материалы VII Международной студенческой электронной научной конференции «Студенческий научный форум» – [Электронный ресурс] – Режим доступа. URL: <http://www.scienceforum.ru/2015/928/7499> (дата обращения 10.11.2015)
2. Использование метода скользящей средней в прогнозировании – [Электронный ресурс] – Режим доступа. URL: <http://ktasupp.ru/data/documents/PRno2-ISiT.pdf> (дата обращения 08.01.2016)
3. Краткий курс лекций по дисциплине «Антикризисное управление, механизмы государства, технологии бизнеса» – [Электронный ресурс] – Режим доступа. URL: [http://studme.org/1565081123521/ekonomika/v\\_chem\\_zaklyuchaetsya\\_metod\\_skolzyaschego\\_srednego](http://studme.org/1565081123521/ekonomika/v_chem_zaklyuchaetsya_metod_skolzyaschego_srednego) (дата обращения 17.12.2015)
4. Кузнецов В.Д., Трегуб И.В. Математическое моделирование динамики экономических показателей (на примере выручки IT компании) // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 6 – [Электронный ресурс] – Режим доступа. URL: <http://www.science-education.ru/113-10977> (дата обращения 03.11.2015)
5. Орлова О.Ю. Компьютерная подсистема прогнозирования спроса на бытовую технику – [Электронный ресурс] – Режим доступа. URL: <http://www.uran.donetsk.ua/~masters/2007/kita/orlova/diss/index.htm> (дата обращения 12.12.2015)
6. Прогноз продаж – [Электронный ресурс] – Режим доступа. URL: <http://orange-finance.ru/article/96-prognoziruem-prodazhi> (дата обращения 04.11.15)
7. Программы для прогнозирования – [Электронный ресурс] – Режим доступа. URL: <http://www.softsoft.ru/search/157368/page2.htm> (дата обращения 17.11.15)

# РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОСРЕДСТВОМ ЯЗЫКА PYTHON ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО ПОТОКА В СЕТИ

*Донцова Юлия Андреевна*

*студент, физико-математический факультет,  
ФГБОУ ВПО «Орловский государственный университет имени  
И.С.Тургенева»,  
РФ, г. Орел*

Одной из актуальных задач дискретной математики является задача определения максимального потока в сети. Ее решение непосредственно связано с оптимизацией транспортных путей, сетей трубопроводов, моделированием различных процессов физики и химии, применяется в коммуникационных и электрических сетях, некоторых операциях над матрицами и для решения родственных задач теории графов. Помимо этого задача может использоваться при составлении расписания авиарейсов, распределении задач в суперкомпьютерах, обработке цифровых изображений и расположении последовательностей ДНК. Программная реализация данной задачи является достаточно востребованной, но при этом не является простой в силу особенностей алгоритмов на графах. В данной работе будет использован алгоритм Форда-Фалкерсона, на котором в течении ряда лет базировалось исследование данной задачи.

**Постановка задачи.** Транспортная сеть – это ориентированный граф  $G(E,U)$ , где  $E$  – множество вершин графа,  $U$  – множество дуг. Основные понятия, т.к. «исток», «сток», «пропускная способность дуги», «поток» и «насыщенная дуга» даются в [1, с. 236].

Задача о максимальном потоке: необходимо найти такой поток, чтобы величина  $\sum_{u \in U} f(u)$  принимала максимальное значение [2, с. 363].

Алгоритм Форда-Фалкерсона заключается в итерационном построении максимального потока путем поиска на каждом шаге увеличивающей цепи.

Введем обозначения:

$u^{\rightarrow}$  - символ, обозначающий совпадение ориентации дуги с направлением прохождения цепи;

$u^{\leftarrow}$  - символ, обозначающий противоположную ориентацию дуги по отношению к направлению прохождения цепи;

$$\delta(u) = c(u^{\rightarrow}) - f(u^{\rightarrow}), \quad f^* = \min f(u^{\leftarrow}), \quad \delta^* = \min \delta(u^{\leftarrow}), \quad \varepsilon^* = \min[f^*, \delta^*]$$

Теорема: Если  $\varepsilon^* > 0$ , то увеличивая на  $\varepsilon^*$  поток на каждой дуге  $u^{\rightarrow}$  и уменьшая на  $\varepsilon^*$  поток на каждой дуге  $u^{\leftarrow}$  цепи, поток  $f$  так же увеличивается на  $\varepsilon^*$ .

Теорема: Если не существует цепи из источника в сток с  $\varepsilon^* > 0$ , то поток  $f$  нельзя больше увеличить, то есть он максимальный [2, с.366].

**Программная реализация алгоритма.** Алгоритм реализован на современном высокоуровневом языке программирования общего назначения Python, который представляет собой достаточно мощный инструмент для создания программ самого разнообразного назначения [3]. Помимо стандартной, достаточно богатой библиотеки языка Python для реализации ПО, была использована библиотека Graphviz, предназначенная для непосредственной визуализации графов.

Продемонстрируем элементы кода программы, представляющие особый интерес.

```
def bfs(s,t):
    q=Queue.LifoQueue()
    q.put(s)
    while q.empty()!=True:
        u=q.get()
        for i in range(1,n):
            if CF[u][i]!=0 and Cut[i]!=1:
                q.put(i)
                Cut[i]=1
        P[i]=u
    return P
```

**Листинг 1. Функция bfs(breadth-first search)**



Функция *bfs(breadth-first search)* осуществляет обход графа в ширину [1, с.116]. Алгоритм обхода графа в ширину заключается в последовательном просмотре отдельных «уровней» графа, начиная с вершины-источника. Вначале посещается источник, затем произвольная вершина, в которую можно попасть из источника, затем – все потомки данной вершины, далее-все потомки потомков и т.д. Обход графа завершается при достижении нужной вершины, в данном случае - при достижении вершины-стока.

Функция *bfs* возвращает массив предков, по которому в дальнейшем будет восстановлена цепочка ненасыщенных дуг из вершины источника в вершину-сток.

```

maxdigraph=gv.Digraph(format='png')
maxdigraph.body.extend(['rankdir=LR'])
for i in range(n):
    maxdigraph.node=(i)
for i in range(n):
    for j in range(n):
        A=str(i)
        B=str(j)
        if C[i][j]!=0:
            if F[i][j]!=0 and F[i][j]==C[i][j]:
                L=str(F[i][j])+('+str(C[i][j])+')'
                maxdigraph.edge(A,B, color="red", label=L)
            elif F[i][j]>0:
                L=str(F[i][j])+('+str(C[i][j])+')'
                maxdigraph.edge(A,B, color="green",label=L)
            else:
                L='0('+str(C[i][j])+')'
                maxdigraph.edge(A,B, label=L)
print(maxdigraph.source)
maxdigraph.render('maxdigraph')

```

### **Листинг 2. Создание и отрисовка графа с помощью библиотеки *Graphviz***

*maxdigraph* - нагруженный ориентированный граф, с пропущенным по нему максимальным потоком, т.е. результат решения задачи;

*Node* - вершины графа, впоследствии соединенные дугами. Для *maxdigraph* определено *n* вершин.

Для графа *maxdigraph* определены три типа дуг:

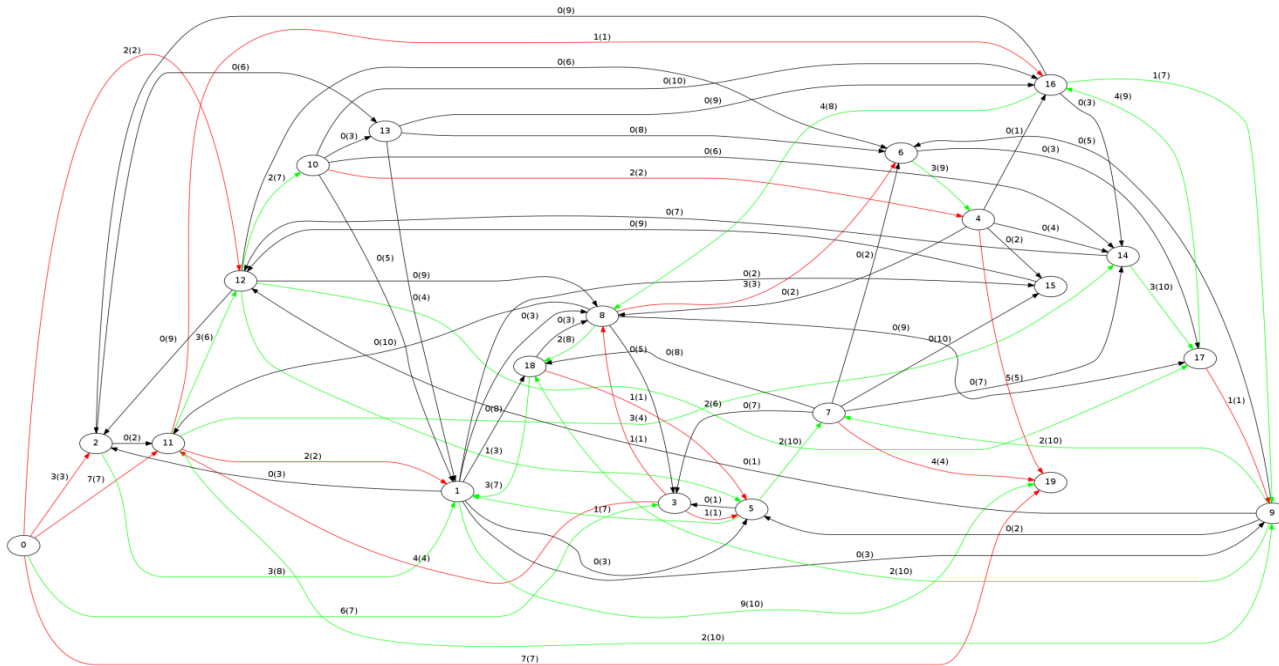
- *нагруженные*. Те, в которых величина пропущенного потока совпадает со значением величины пропускной способности дуги ( $F=C$ ). будут в дальнейшем обозначены красным цветом ( $color="red"$ );

- *посещенные*. Те, через которые был пропущен поток, но он не превышает максимального значения пропускной способности дуги ( $F < C$ ), обозначены зеленым цветом ( $color="green"$ );

- *не посещенные*. Те, через которые был пропущен нулевой поток ( $F=0$ ), по умолчанию будут черного цвета.

Визуализированный граф сохраняется в виде изображения "maxdigraph.png" и располагается в той же директории, в которой находится исходный код.

**Пример решения задачи.** Как правило, использование ПО для решения прикладных задач подразумевает работу с большим объемом входных данных.



**Рисунок 1. Результат работы ПО в произвольном графе на 20 вершин**

Рассмотрим результат применения программы к некоторой задаче. Исходные данные - произвольный граф на 20 вершин (Рис.1)

В программный код был добавлен подсчет времени работы программы. На Рис.2 представлен результат подсчета максимального потока в графе с 20-тью вершинами.

```
program time: 2.92583703995 seconds
```

*Рисунок 2. Время обработки графа с 20-тью вершинами*

Язык программирования Python позволил разработать программу, которая решается на ЭВМ достаточно эффективно и может быть использована в дальнейшем для решения прикладных задач.

### **Список литературы:**

1. Окулов С. М. Дискретная математика. Теория и практика решения задач по информатике.- М.: Бином, 2008.- 422 с.
2. Кофман А. Введение в прикладную комбинаторику. М.:Наука, 1975. – 480 с.
3. Лутц М. Изучаем Python (4-е издание). – Пер. с англ. – СПб.: Символ – Плюс, 2011. – 1272 с.

## **РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ОТЧЁТНОСТИ ОБ УЧЕБНО-ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СОТРУДНИКОВ ВУЗА**

***Котов Роман Игоревич***

*студент, кафедра информатики,  
Орловского государственного университета имени И.С. Тургенева,  
РФ, г. Орел*

***Тарасов Алексей Иванович***

*студент, кафедра информатики,  
Орловского государственного университета имени И.С. Тургенева,  
РФ, г. Орел*

Актуальной проблемой в деятельности вуза является необходимость получения всесторонней информации об учебно-воспитательной работе преподавателей. В рамках системы электронного правительства это отвечает общегосударственным запросам по созданию систем электронного документооборота. В настоящее время Орловский государственный университет включает 12 факультетов, вследствие чего возникает необходимость автоматизировать учет и анализировать результаты данного вида деятельности в связи со значительным ростом количества участников. С другой стороны, отсутствие хорошо организованной системы подготовки электронной отчетности о учебно-воспитательной работе приведет к невозможности обработки накопленного объема информации.

В Орловском государственном университете уже существует система электронной отчетности о научно-исследовательской работе сотрудников вуза [nir.univ-orel.ru](http://nir.univ-orel.ru) [1]. Исходя из этого, была поставлена цель: спроектировать приложения, которые бы обеспечили сбор информации от каждого сотрудника вуза для составления плана и отчета по учебно-воспитательной работе, причем приложения должны не только хранить, но и обрабатывать полученную информацию для формирования различных отчетов [2].

Среди основных задач можно выделить следующие: анализ форм и видов отчетности по учебно-воспитательной работе, используемых в вузе; разработка и моделирование базы данных (БД); разработка экранных форм с учётом

эргономических требований к интерфейсу; разработка программного кода обработчиков форм; разработка программного кода серверной части приложения. Разрабатываемое программное приложение должно учитывать все современные требования к программным продуктам подобного класса и создаваться с использованием современных технологий.

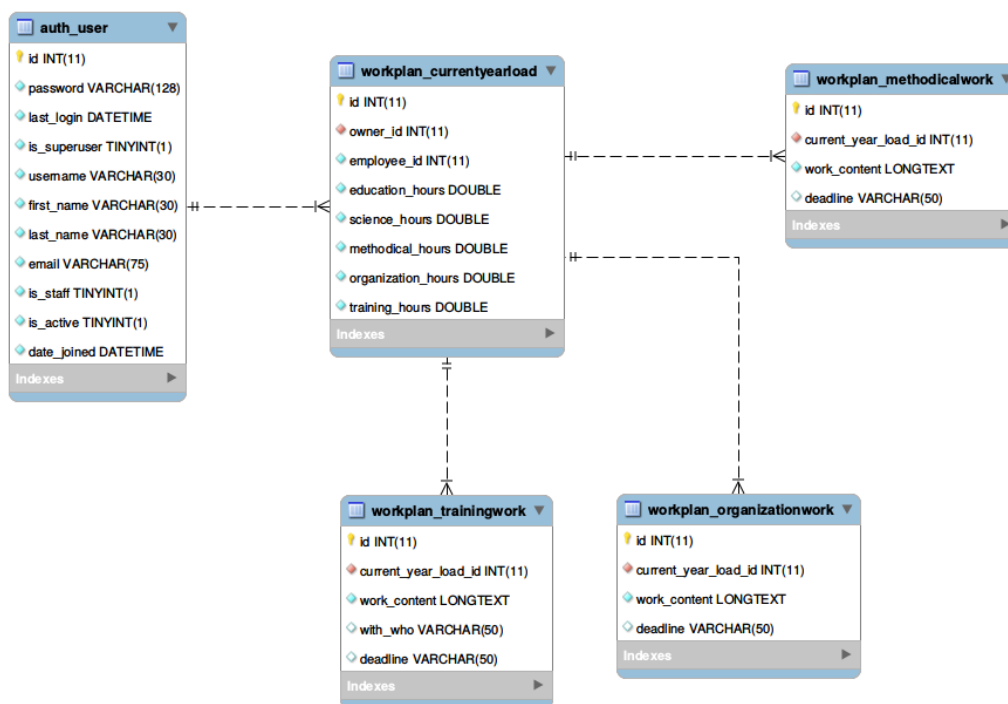
Приложение предполагается осуществлять в несколько этапов. На первом этапе будет выполнено моделирование и реализация компонентов базы данных, включающих в себя функции хранения информации об учебно-воспитательной деятельности сотрудников вуза, а также сведений необходимых для составления ленточного графика часовой нагрузки обучающихся в вузе групп студентов. Реализуемая БД будет хранить данные, необходимые для последующего формирования форм электронной отчётности об учебной деятельности преподавателей вуза. На втором этапе будет выполнена разработка веб-интерфейса пользователя, осуществляющего взаимодействие с реализованной БД. Интерфейс будет позволять пользователю непосредственно создавать, сохранять, изменять и загружать данные о учебно-воспитательной деятельности преподавателей.

Результатом первого этапа разработки веб-приложения является спроектированная БД, которая хранит данные, необходимые для формирования плана учебно-воспитательной деятельности и ленточного графика. Так, план учебно-воспитательной работы может составить каждый пользователь системы. В него входят такие составные части как: фактическое распределение годовой нагрузки преподавателя, учебно-методическая работа, организационно-методическая работа и воспитательная работа со студентами.

Поскольку план учебно-воспитательной работы необходимо составлять индивидуально для каждого пользователя, то таблица `workplan_currentyearload` (Рис.1), в которой хранятся данные о часовой нагрузке, связана уже с существующей моделью `auth_user`.

К таблице `workplan_currentyearload` привязаны три другие таблицы: `workplan_methodicalwork`, `workplan_organizationwork`, и `workplan_trainingwork`,

в каждой из которых хранятся соответствующие данные об учебно-методической работе, организационно-методической работе и воспитательной работе со студентами.



**Рисунок 1. ER-диаграмма БД плана учебно-воспитательной работы**

Таким образом, все необходимые данные сохраняются в базе данных. Это позволяет автоматически генерировать необходимый отчет. Так на рис. 2 показана тестовая титульная страница плана учебно-воспитательной работы.

В свою очередь ленточный график должен содержать информацию о дисциплине, специальности, семестре, группе, преподавателе и о его нагрузке, а также список часов по неделям. Также у каждой дисциплины есть, так называемый, объем, в виде количества часов лекций, лабораторных работ, практических занятий по нему и будет составляться ленточный график. Предмет связан с сотрудником для того чтобы получать график для соответствующей должности преподавателя.

Поскольку данные для ленточного графика хранятся в уже существующей системе, т.е. в таблицах (Рис. 3), таких как sci\_userprofile - профиль пользователя, subject - информация о дисциплинах, students\_group -

информация о группах студентов, sci\_employee - должность сотрудника вуза, но они имеют не отсортированный вид, были созданы таблицы employee\_load и ribbon\_graph.

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ	
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ «ОРЛОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»	
Кафедра _____ Кафедра информатики _____	
«Утверждаю» Декан _____ « _____ » _____ года	
Согласовано: Зав. кафедрой _____ « _____ » _____ года	
<b>ПЛАН</b> УЧЕБНО-ВОСПИТАТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ПРЕПОДАвателя НА 2016/2017 гг.	
Фамилия, имя, отчество _____ Иванов Иван Иванович	
Должность _____ заведующий кафедрой	
Ученая степень, звание _____ кандидат наук, доцент	
Дата подписания контракта. Сроки контракта _____	

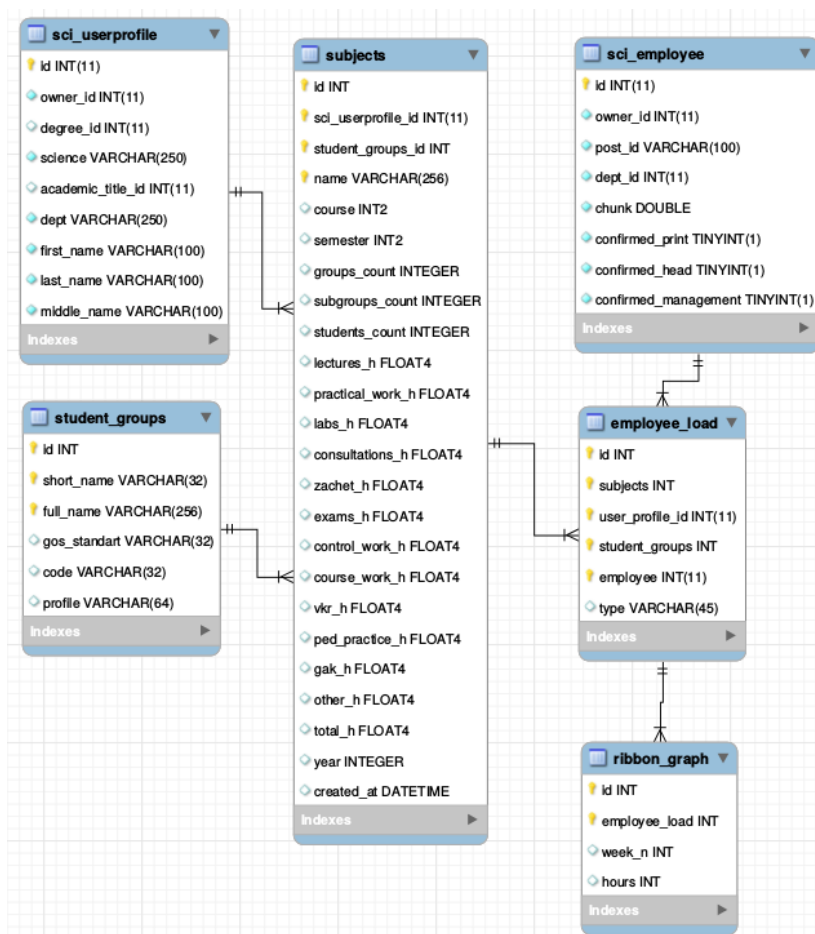
**Рисунок 2. Титульная страница плана учебно-воспитательной работы**

Таблица employee\_load связана с таблицей subject и имеет связь 1:М (один ко многим). Также она имеет связь 1:М (один ко многим) с таблицей sci\_employee. В этой таблице хранится связь между сотрудником и дисциплиной, то есть часовая нагрузка преподавателя. Таблица ribbon\_graph связана с таблицей employee\_load и имеет связь М:1(многие к одному). В данной таблице хранятся часы по номерам недель.

Следующим шагом в данном приложении является разработка веб-интерфейса для заполнения ленточного графика, а так же генерация необходимых на его основе отчетов.

Разработанные веб-приложения позволяют решить задачу автоматизации подготовки электронной отчетности об учебно-воспитательной работе

преподавателей вуза, оптимизировать процесс получения и обработки соответствующей информации.



*Рисунок 3. ER-диаграмма БД ленточного графика*

В дальнейшем планируется реализовать автоматическую генерацию отчета плана учебно-воспитательной работы кафедр.

### Список литературы:

1. Дорофеева В.И., Никольский Д.Н., Федяев Ю.С. Разработка системы электронной отчетности о научно-исследовательской работе сотрудников вуза // Педагогическая информатика, 2014. № 3. С. 50-58
2. Дорофеева В.И., Мотин А.Г., Никольский Д.Н., Федяев Ю.С. Разработка веб-приложения для автоматической генерации отчета о научно-исследовательской работе структурного подразделения вуза // Современные методы прикладной математики, теории управления и компьютерных технологий: сб. тр. VIII междунар. конф. «ПМТУКТ-2015». Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2015. С. 124-127.



### СЕКЦИЯ 3. ЭНЕРГЕТИКА

#### ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ В ЖКХ ГОРОДА САМАРЫ ДО 2030 Г.

*Халикова Лилия Дамировна*  
студент кафедры ПТЭ  
Самарского государственного технического университета,  
РФ, г. Самара

*Рязанов Владимир Евгеньевич*  
студент кафедры ПТЭ  
Самарского государственного технического университета,  
РФ, г. Самара

*Краснова Наталья Петровна*  
научный руководитель, старший преподаватель кафедры ПТЭ  
Самарского государственного технического университета,  
РФ, г. Самара

На всей территории России работа по снижению энергопотребления зданий и сооружений является актуальной в настоящее время, в связи с чем постоянно возрастает интерес к практическому использованию возобновляемых источников энергии, а перед инженерами все чаще ставится задача спроектировать такую систему, которая способна работать в условиях минимального электро- и газоснабжения [4].

В начале 2000х стали все больше внимания уделять системам теплоэнергоснабжения, использующим нетрадиционные и альтернативные источники энергии. Во всем мире энергоэффективными и экономичными считаются системы теплоснабжения с теплонасосными установками (ТНУ). Проанализируем перспективы использования теплонасосных установок в системах теплоснабжения России в 2030 году на примере города Самары. Для оценки эффективности и экономичности систем теплоснабжения с ТНУ предлагается сравнить их с газовой системой теплоснабжения. Необходимо

провести анализ тарифов на газ и электроэнергию, действовавших ранее на территории Самарской области.

Усредненные розничные цены на природный газ, реализуемый населению Самарской области на отопление с одновременным использованием газа на другие цели при наличии прибора учета расхода газа, приведены в табл. 1.

**Таблица 1.**

**Рост тарифов на природный газ населению в г. Самара**

Поз.	Период реализации	Цена газа, руб/1000 куб. м (с НДС)
1	2006 г.	1160
2	2007 г.	1330
3	2008 г.	1600
4	2009 г.	1972,5
5	2010 г.	2355
6	2011 г.	2760
7	2012 г.	3650
8	2013 г.	5760
9	2014 г.	6000
10	2015 г.	6450

Анализ тарифов, действующих на территории Самарской области в период 2006-2015 гг. [2], на природный газ, реализуемый населению на отопление и другие цели, показал, что цена газа ежегодно возрастала в среднем на 21,84%.

Усредненные розничные цены по Самарской области на электроэнергию для населения, проживающего в городских населенных пунктах в домах, оборудованных в установленном порядке стационарными электроплитами и (или) электроотопительными установками (по одноставочному тарифу) приведены в табл. 2.

**Таблица 2.**

**Рост тарифов на электроэнергию в г. Самара**

Поз.	Период реализации	Цена, руб/кВт*ч (с НДС)
1	2006 г.	1,5
2	2007 г.	1,5
3	2008 г.	1,7
4	2009 г.	2,11
5	2010 г.	2,32
6	2011 г.	2,55
7	2012 г.	2,69
8	2013 г.	3,05

9	2014 г.	3,17
10	2015 г.	3,44

Анализ тарифов, действующих на территории Самарской области в период 2006-2015 гг. [3], на электроэнергию показал, что цена газа ежегодно возрастала в среднем на 9,84%.

Правительством РФ для каждого субъекта утверждается максимально допустимая индексация тарифов ЖКХ. В соответствии с распоряжением президента максимально допустимый индекс тарифов в среднем по стране не должен превышать 6%. Средний индекс тарифов в 2006-2015 гг. был выше рекомендуемого уровня, поэтому для расчета цен на 2030 год принимается ежегодный индекс тарифов равным максимально допустимому.

Прогнозируемые на 2030 год усредненные розничные цены:

- на природный газ, реализуемый населению Самарской области на отопление с одновременным использованием газа на другие цели – 15,46руб/м<sup>3</sup>
- на электроэнергию для населения Самарской области – 8,24руб/кВт-ч.

Рассматриваемый объект теплоснабжения – многоквартирный дом жилой площадью 5400 кв.м. Расчетное количество жильцов – 360 человек.

Исходя из нормативов потребления коммунальных услуг определяется тепловая нагрузка объекта теплоснабжения и рассчитываются экономические годовые затраты на потребляемые ресурсы.

Из постановления правительства Российской Федерации от 23 мая 2006 г. №306 «Об утверждении правил установления и определения нормативов потребления коммунальных услуг»:

Норматив потребления коммунальной услуги – определяемый в соответствии с настоящими Правилами количественный показатель объема потребления коммунального ресурса (холодная вода, горячая вода, природный и (или) сжиженный углеводородный газ, электрическая энергия, тепловая энергия, сточные бытовые воды, отводимые по централизованным сетям

инженерно-технического обеспечения), применяемый для расчета размера платы за коммунальную услугу при отсутствии приборов учета.

Норматив потребления коммунальной услуги в жилых помещениях – норматив потребления, применяемый для расчета размера платы за коммунальную услугу, предоставленную потребителю в жилом помещении.

Расчет годовой тепловой нагрузки на нужды отопления производится следующим образом:

$$Q_o^{\text{год}} = N_o \cdot F \cdot 12 \text{ Гкал}, \quad (1)$$

где:  $N_o$  – норма расхода тепловой энергии на нужды отопления в месяц, Гкал/м<sup>2</sup>;

$F$  – расчетная площадь объекта теплоснабжения, м<sup>2</sup>.

Расчет годовой тепловой нагрузки на нужды горячего водоснабжения производится следующим образом:

$$Q_{\text{ГВС}}^{\text{год}} = N_{\text{ГВС}} \cdot X \cdot 12 \text{ Гкал} \quad (2)$$

где:  $N_{\text{ГВС}}$  – норма расхода тепловой энергии на нужды горячего водоснабжения в месяц, Гкал/чел;

$X$  – количество жильцов объекта теплоснабжения, чел.

Нормативы потребления тепловой энергии и горячего водоснабжения для граждан городского округа Самара действуют в размере, установленном приложением №4 к постановлению главы городского округа Самара от 18.12.2007 №1153 «Об оплате гражданами жилых помещений, коммунальных услуг в городском округе Самара»:

$$N_o = 0,018 \text{ Гкал/м}^2$$

$$N_{\text{ГВС}} = 0,22 \text{ Гкал/чел}$$

$$Q_o^{\text{год}} = 0,018 \cdot 5400 \cdot 12 = 1166,4 \text{ Гкал}$$

$$Q_{\text{ГВС}}^{\text{год}} = 0,22 \cdot 360 \cdot 12 = 950,4 \text{ Гкал}$$

Суммарная годовая тепловая нагрузка на отопление и горячее водоснабжение многоквартирного дома:

$$Q_{o+\text{ГВС}}^{\text{год}} = 2116,8 \text{ Гкал}$$

В соответствие с рассчитанной тепловой нагрузкой объекта на нужды отопления и горячего водоснабжения понадобится (в год):

- 249035 м<sup>3</sup> природного газа (при  $Q_H^p = 0,0085$  Гкал/м<sup>3</sup>)
- 2,46 ГВт/час электрической энергии.

Средний годовой расход газа, необходимого для приготовления пищи с использованием газовой плиты:

$$F_{\text{пл}}^{\text{газ}} = N_{\text{пл}}^{\text{газ}} \cdot X \cdot 12, \quad (3)$$

где:  $N_{\text{пл}}^{\text{газ}}$  - норма расхода газа за месяц, м<sup>3</sup>/чел

$$F_{\text{пл}}^{\text{газ}} = 13 \cdot 360 \cdot 12 = 56\,160 \text{ м}^3$$

Средний годовой расход электроэнергии, необходимой для приготовления пищи с использованием электрической плиты  $F_{\text{пл}}^{\text{эл}} = 0,4735$  ГВт/час.

Расчетный годовой расход газа на приготовление пищи, отопление и горячее водоснабжение  $F^{\text{газ}} = 305195 \text{ м}^3$ .

Для расчета годового расхода электроэнергии при использовании ТНУ принимается коэффициент преобразования энергии = 3.

Расчет годовой расхода электроэнергии:

$$F^{\text{ТНУ}} = \frac{F_{\text{о+гвс}}^{\text{эл}}}{3} + F_{\text{пл}}^{\text{эл}} = \frac{2,46}{3} + 0,4735 = 1,29 \text{ ГВт/час.}$$

Годовые экономические затраты на теплоснабжение выше указанного объекта составят:

- при газовой системе теплоснабжения

$$Z^{\text{газ}} = F^{\text{газ}} \cdot C^{\text{газ}} = 305\,195 \cdot 15,46 = 4\,718\,315 \text{ руб.}$$

- при использовании ТНУ

$$Z^{\text{ТНУ}} = F^{\text{ТНУ}} \cdot C^{\text{эл}} = 1\,290\,000 \cdot 8,24 = 10\,629\,600 \text{ руб.}$$

Использование ТНУ в системах теплоснабжения соответствует целям и задачам Энергетической стратегии России, но в климатических условиях города Самары при заданных темпах изменения цен на энергоресурсы применение ТНУ в ЖКХ в 2030 году окажется экономически невыгодным.

Для изменения ситуации в целях энергосбережения и повышения энергетической эффективности предлагается: снизить максимально допустимый уровень индексации цен на электроэнергию; ужесточить требования к экологичности систем теплоснабжения; усилить правовую

и финансовую поддержку в области разработки и внедрения нетрадиционных источников энергии и тепловых насосов, в частности, на территории России[1].

### **Список литературы:**

1. Проект энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2035 года (редакция от 30.09.2015) [Электронный ресурс]. URL: <http://minenergo.gov.ru/node/1920> (дата обращения 15.11.2015).
2. Розничные цены на газ природный, реализуемый населению / Филиал ООО «Средневолжская газовая компания» [Электронный ресурс]. URL: [www.svgk.ru/payment\\_tarif/](http://www.svgk.ru/payment_tarif/) (дата обращения 15.11.2015).
3. Тарифы на электроэнергию для населения / ОАО «Самараэнерго» [Электронный ресурс]. URL: [www.samaraenergo.ru](http://www.samaraenergo.ru) (дата обращения 15.11.2015).
4. Энергетическое стратегия России на период до 2030 года. Утв. распоряжением Правительства Российской Федерации от 13 ноября 2009 г. № 1715-р [Электронный ресурс]. URL: <http://minenergo.gov.ru/node/1026> (дата обращения 15.11.2015).

*ДЛЯ ЗАМЕТОК*

**МОЛОДЕЖНЫЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ:  
ТЕХНИЧЕСКИЕ  
И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ**

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

№ 1 (30)  
Январь 2016 г.

В авторской редакции

Издательство «МЦНО»  
127106, г. Москва, Гостиничный проезд, д. 6, корп. 2, офис 213

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



