

# Информационные технологии в управлении и экономике

2021, № 1

Электронная версия журнала размещена на сайте

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



ISSN 2225-2819

# Information technology in management and economics

# Информационные технологии

## в управлении и экономике

2021, № 01 (22), 16.03.2021

Электронная версия журнала размещена на сайте

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

### РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

- Рочев К. В., канд. эконом. наук, технический директор Insense Arts LLC, доцент кафедры вычислительной техники, информационных систем и технологий (ВТИСиТ) УГТУ, главный редактор
- Беляев Д. А., канд. экон. наук, президент некоммерческого партнерства «ИТ-Ассоциация Республики Коми»
- Воронов Р. В., доктор техн. наук, доцент, профессор кафедры прикладной математики и кибернетики Института математики и информационных технологий ПГУ
- Дорогобед А. Н., канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой вычислительной техники, информационных систем и технологий (ВТИСиТ) УГТУ
- Затонский А. В., доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой автоматизации технологических процессов Березниковского филиала ПНИПУ
- Каюков В. В., доктор экон. наук, профессор кафедры экономики и управления УГТУ
- Кожевникова П. В., канд. техн. наук, доцент кафедры вычислительной техники, информационных систем и технологий (ВТИСиТ) УГТУ
- Крестовских Т. С., канд. экон. наук, декан факультета экономики, управления и информационных технологий УГТУ
- Куделин С. Г., канд. техн. наук, инженер-программист EPAM Systems
- Кунцев В. Е., канд. техн. наук, доцент кафедры вычислительной техники, информационных систем и технологий (ВТИСиТ) УГТУ
- Минцаев М. Ш., доктор техн. наук, проректор по научной работе и инновациям, зав. кафедрой «Автоматизация и транспортная логистика» ГГНТУ имени акад. М. Д. Миллионщикова
- Михайлюк О. Н., доктор экон. наук, зав. кафедрой финансов и кредита Уральского государственного горного университета
- Назарова И. Г., доктор эконом. наук, профессор кафедры экономики и управления УГТУ
- Павловская А. В., канд. эконом. наук, профессор кафедры экономики и управления УГТУ
- Полякова Л. П., доктор эконом. наук, профессор, директор Воркутинского филиала УГТУ
- Садыкова Р. Ш., доктор экон. наук, профессор, зав. кафедрой экономики и управления предприятием, АГНИ
- Семериков А. В., канд. техн. наук, доцент кафедры вычислительной техники, информационных систем и технологий (ВТИСиТ) УГТУ
- Смирнов Ю. Г., канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры вычислительной техники, информационных систем и технологий (ВТИСиТ) УГТУ
- Шилова С. В., канд. техн. наук, доцент кафедры вычислительной техники, информационных систем и технологий (ВТИСиТ) УГТУ
- Эмексузян А. Р., канд. экон. наук, ректор КРАГСУ

Журнал выходит 4 раза в год.

Учредитель ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный технический университет».

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

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

Телефон редакции: +7 (8216) 700-308

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

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

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

## ОГЛАВЛЕНИЕ

БИЛЬФЕЛЬД Н. В. ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТРОК PCNAR В DELPHI.....	4
ВАВИЛИНА Е.А., ВАРЛАМОВА С.А., ЧЕСНОВ В.В. ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА НА СКОРОСТЬ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О РЮКЗАКЕ .....	15
ЕФИМОВА А. А. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ.....	23
ГАТИН Г. Н. ЗАГАДКИ ТЕОРИИ МНОЖЕСТВ .....	32
КЛИМОВА И. В., СМЕРНОВ Ю. Г. ПРИМЕНЕНИЕ АППАРАТА ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ОХРАНЫ ТРУДА РАБОТНИКОВ НЕФТЕШАХТЫ .....	38
ПАРХОМ К. А., ШИЛОВА С. В. ПРИНЦИПЫ И ПОДХОДЫ РАЗРАБОТКИ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ «CITY GIS» .....	47
КИРЬЯНОВ Д. А., КУДЕЛИН А. Г. МЕТОДИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ОЦЕНКИ КОЭФФИЦИЕНТА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОЩНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЕТРОГЕНЕРАЦИИ НА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ .....	64
ГРИНЕНКО И. С., ХОЗЯИНОВА Т. В. ПОДСИСТЕМА ИМПОРТА ВЫПИСОК ПО РАСЧЕТНОМУ СЧЕТУ ДЛЯ РЕГИОНАЛЬНЫХ ПАРТНЕРОВ ООО «МОЕ ДЕЛО» В СОСТАВЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «БИЛЛИНГ».....	78
СОРОКИН А. А., ДОРОГОВЕД А. Н. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПЛАНИРОВАНИЯ И ВЫПОЛНЕНИЯ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....	83
Сведения об авторах .....	94

# БИЛЬФЕЛЬД Н. В. ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТРОК PCHAR В DELPHI

УДК 004.4'2, ВАК 05.13.11, ГРНТИ 50.05.13

Эффективное использование строк  
PChar в Delphi

Effective use of PChar strings in Delphi

Н. В. Бильфельд

N.V. Bilfeld

Пермский национальный  
исследовательский политехнический  
университет, Березниковский филиал

Perm National Research Polytechnic  
University, Berezniki branch

*Дан краткий анализ используемых в Delphi строк. Рассмотрена особенность работы с PChar строками в Delphi. Разработана база данных для работы со строковыми функциями. Дана классификация функций по их местонахождению и используемым строкам. Приведены примеры неверной инициализации PChar и возникающие при этом ошибки и проблемы. Приведены таблицы распределения памяти при использовании PChar строк. Даны рекомендации по корректной инициализации PChar строк и приведены примеры их использования.*

*A brief analysis of the strings used in Delphi is given. The peculiarity of working with PChar strings in Delphi is considered. A database is developed for string functions processing. Classifications of functions by their location and used strings are suggested. Examples of incorrect initialization of PChar and the errors and problems that arise in this are given. Tables of memory allocation when using PChar strings are explained. Recommendations for correct initialization of PChar strings and examples of their use are given.*

Ключевые слова: Delphi, строки, программирование.

Keywords: programming, strings, Delphi

В Delphi можно использовать четыре типа строк. Строки *AnsiString*, *ShortString*, *WideString* и *PChar*. В данной статье не дается строгой теории о том, чем эти строки отличаются, в частности, что строки *AnsiString* и *ShortString* объявляются по умолчанию как *String*, а также о настройках компилятора при работе со строками. Все это достаточно хорошо изложено в [1, 2]. Здесь больше рассматриваются сами функции для работы со строками, а их достаточно много. Весь перечень составляет более 150 функций [3]. Для анализа этих функций была разработана база данных с описанием этих функций и примерами их использования. При этом все примеры можно запустить на выполнение и изменять аргументы функций, анализируя, таким образом, их работу.

В результате получилась следующая классификация:

Все функции находятся в разных модулях. В модуле *StrUtils* находится 43 функции для работы со строками *AnsiString*. В модуле *SysUtils* находится 85 функций и из них 37 для строк *PChar*, которым и посвящена данная статья. В модуле

*System* находится 16 функций, которые в основном перекочевали в *Delphi* из *Pascal*, в частности функция *Val*, у которой нет точного аналога в C++. В модуле *Windows* находится 7 функций для работы с *PChar* строками. И так, уже 45 функций для *PChar* строк. И одна функция затерялась в модуле *Classes*, а именно функция *LineStart*, которая возвращает указатель на строку, стоящую справа от \$0A (код перевода строки).

Разрабатывая примеры использования функций, я натолкнулся на некоторые особенности при работе с *PChar* строками (необходимо отметить, что до этого я данными строками не пользовался). Не выдавая никаких ошибок при компиляции, одни примеры работали, а другие, абсолютно похожие на предыдущие вдруг генерировали ошибки при выполнении. В других случаях все работало, но генерировалась ошибка при завершении программы. Разобравшись со всеми проблемами, я решил поделиться с этим с начинающими программистами, чтобы, как говорится, не наступать на одни и те же грабли.

По определению, *PChar*-строки это нуль - терминированные (иногда говорят нуль - терминальные) строки. Такая строка заканчивается символом с нулевым кодом в отличие от обычных строк, где длина строки хранится в первых байтах строки. Длина таких строк ограничена только памятью.

С другой стороны – это указатели. Переменная типа *PChar* является указателем на начало строки. Но это особый указатель, позволяющий выполнять с ним операции, недоступные для других указателей. В частности, с одной стороны можно обращаться к символам строки по индексу, с другой стороны к указателям типа *PChar* разрешено добавлять и вычитать целые числа, смещая указатель на соответствующее количество байт вправо или влево.

Такие строки используются в системе *Windows* в качестве параметров низкоуровневых функций. В программах такие строки можно рассматривать как статические массивы типа *Char*, начинающиеся с нулевого индекса. Такие массивы совместимы с типом *PChar*, что позволяет обойтись без использования динамической памяти при работе со строками.

Если при инициализации объявить строку как *Var P:PChar*, то в дальнейшем, казалось бы, можно с ними работать, и выполнять определенные операции и функции. Но делать так можно не всегда.

Например, такой строке можно присвоить значение:

```
Var S:String;P:Pchar;
{Фрагмент 1}
begin
  P:='Велика'; Edit1.Text:=P;
end;
```

Такую строку можно присвоить обычной строке:

```
Var S:String;P:Pchar;
{Фрагмент 2}
begin
```

```

P:='Белика'; S:=P;
Edit1.Text:=S;
S:=StrPas(P); Edit2.Text:=S;
end;

```

Как видно из примера, для такой строки можно использовать специальную функцию:  $S:=StrPas(P)$ , которая преобразует строку  $PChar$  в строку  $String$ .

Такой строке можно присвоить значение из  $Edit$ , используя функцию  $PChar$ :

```

Var P:PChar;
{Фрагмент 3}
begin
  //P:=Edit1.Text; Так присваивать нельзя
  P:=PChar(Edit1.Text); Edit2.Text:=P;
End;

```

При присваивании строк  $PChar$  обычным строкам, происходит автоматическое преобразование типов. Тогда в дальнейшем их можно сложить, и это будет работать:

```

Var P1,P2:PChar;S1,S2,S3:String;
{Фрагмент 4}

Begin
  P1:='AB';P2:='CD';
  S1:=P1;S2:=P2;
  S3:=S1+S2;
  Edit1.Text:=S3;
End;

```

Такой строке можно присвоить значение обычной строки ( $String$ ), используя функцию  $PChar$ :

```

Var P1:PChar;S1:String;
{Фрагмент 5}
Begin
  S1:='ABC';
  P1:=PChar(S1);
  Edit1.Text:=P1;
End;

```

При присваивании таким строкам значений будут работать отдельные функции, например функция сравнения строк:

```

Var A:Integer;P1,P2:PChar;
{Фрагмент 6}
begin
  P1:='HELLO';P2:='hello';
  A:=AnsiStrComp(P1,P2);
  Edit1.Text:=IntToStr(A);
end;

```

Все перечисленные выше примеры работают, но, тем не менее, так делать нельзя, иначе могут возникнуть парадоксальные ситуации. Рассмотрим некоторые из них:

Этот пример работает:

```

Var P1,P2,P3:PChar;
{Фрагмент 7}
Begin
  P1:=StrNew('ABC'); P2:=StrNew('KLM');
  StrCopy(P3,P1);
  Edit1.Text:=P3;
End;

```

Мы корректно объявили две строки, используя функцию *StrNew*. Затем скопировали строку *P1* в строку *P3*, используя функцию *StrCopy*, и вывели строку *P3* в компоненте *Edit*.

А этот пример уже работать не будет!

```

Var P1,P2,P3:PChar;
{Фрагмент 8}
Begin
  P1:=StrNew('ABC'); P2:=StrNew('KLM');
  StrCopy(P3,P1);
  Edit1.Text:=P2;
End;

```

А что собственно изменилось. Мы выводим в компоненте *Edit* значение другой переменной, которая корректно объявлена!

А вот вариант еще парадоксальнее. Этот пример работает:

```

Var P1,P2,P3:PChar;
{Фрагмент 9}
Begin
  P1:='ABC';
  StrCopy(P2,P1);
  P3:=AnsiStrLower(P2);
  Edit1.Text:=P3;
End;

```

Функция *StrCopy* копирует строку *P1* в строку *P2*. Функция *AnsiStrLower* переводит значение аргумента к нижнему регистру. Все работает! А теперь удалим из этого примера две последние строки, и пример перестает работать!!!

```
Var P1,P2,P3:PChar;
{Фрагмент 9}
Begin
  P1:='ABC';
  StrCopy(P2,P1);
  {P3:=AnsiStrLower(P2);
  Edit1.Text:=P3;}
End;
```

Как такое может быть. Две строки, которые прекрасно работали в предыдущем примере, теперь работать отказываются! Более того, мы удалили фрагмент не предшествующий этим строкам, а фрагмент, который после них, от которого, казалось бы, вообще ничего зависеть не может.

Для корректной работы всех функций, необходимо инициализировать строки другим образом.

Для правильной инициализации строк можно использовать две функции, это *StrNew* и *StrAlloc*.

Функция *StrNew(P:PChar):PChar* выделяет память и копирует в нее указанную строку. Примеры использования:

```
Var P1:PChar;S1:String;
{Фрагмент 10}
Begin
  P1:=StrNew('ABC');
  S1:='ABC';P1:=StrNew(PChar(S1));
  P1:=StrNew(PChar(Edit1.Text));
End;
```

Размер памяти, выделяемый под строку равен длине строки (количеству символов) плюс 1 байт. Размер памяти можно определить с помощью функции: *StrBufSize(P:PChar):Integer*.

Размер *Pchar* строки можно определить с помощью функции:

*StrLen(P:PChar):Integer*. Функция определяет количество символов в строке, хотя длину строки можно получить и с помощью обычной функции *Length*.

Освободить память можно с помощью функции *StrDispose(P:PChar)*.

Рассмотрим следующий фрагмент:

```
Var P1:PChar;
{Фрагмент 11}
Begin
  P1:=StrNew('123456');
```



```

Edit1.Text:=P1;
StrDispose(P1);
End;

```

В результате выполнения первой строки выделяется память 7 байт (длина строки 6 байт). В результате выполнения второй строки значение выведется в *Edit*. В результате выполнения третьей строки освободится память. В данном случае все корректно.

А теперь рассмотрим другой фрагмент:

```

Var P1;PChar;
{Фрагмент 12}
Begin
  P1:=StrNew('123456');
  Edit1.Text:=P1;
  P1:='12';
  Edit2Text:=P1;
  StrDispose(P1);
End;

```

В результате выполнения данного фрагмента сгенерируется ошибка. Давайте разберемся, в чем тут дело. Если не выполнять команду *StrDispose(P1)*, то все будет работать. В *Edit1* выведется значение 123456, в *Edit2* выведется значение 12. Даже если попытаться определить длины строк, то они определятся правильно (6 и 2). Если бы мы не попытались освободить память, то так бы и не поняли, что здесь что-то не так. А все дело в строке *P1:='12'*; Выполнив такую строку, мы «испортили» буфер памяти, его теперь просто нет. Поэтому и при освобождении памяти выводится ошибка.

Вывод напрашивается сам собой. Присваивать строкам значения можно только, используя функцию *StrNew*.

Использовать *StrNew* необходимо в тех случаях, когда строки используются как константы, и их длины меняться не будут.

Рассмотрим еще один пример с функцией *StrCopy(P1,P2:PChar):PChar*. Функция копирует строку *P2* в строку *P1* и устанавливает указатель на *P1*.

```

Var P1,P2,P3;PChar;
{Фрагмент 13}
Begin
  P1:=StrNew('123456');
  P2:=StrNew('AB');
  P3:=StrNew("");
  P3:=StrCopy(P1,P2)
End;

```

До выполнения  $P3 := StrCopy(P1, P2)$  память распределена следующим образом (таблица 1):

Таблица 1. Распределение памяти до выполнения команды

	Память	Длина	Значение
P1	7	6	123456
P2	3	2	AB
P3	1	0	

После выполнения  $P3 := StrCopy(P1, P2)$  память распределена следующим образом (таблица 2):

Таблица 2. Распределение памяти после выполнения команды:

	Память	Длина	Значение
P1	7	2	AB
P2	3	2	AB
P3	7	2	AB

Как видно из примера, при копировании  $P2$  в  $P1$  размер памяти для строки  $P1$  не изменился. Следовательно, при использовании команды *StrCopy*, размер памяти, отведенный под исходные строки, не меняется. В данном случае все будет работать корректно, так как длины строк соответствуют занимаемой ими памяти.

А теперь будем копировать строку  $P1$  в  $P2$ :  $P3 := StrCopy(P2, P1)$

До выполнения команды распределение памяти будет соответствовать таблице 1. После выполнения команды распределение памяти будет соответствовать таблице 3.

Таблица 3. Распределение памяти после выполнения команды:

	Па- мять	Длина	Зна- чение
P1	7	6	12345
P2	3	6	12345
P3	3	6	12345

Как видно из таблицы размер памяти теперь не соответствует размеру строк. При выполнении фрагмента все будет работать даже при попытке вывести значения строк в компонентах *Edit*. Ошибка в данном случае сгенерируется при закрытии программы, так как *Delphi* попытается освободить неверно распределенную память.

В этом случае инициализировать строки необходимо другим образом.

Функция  $StrAlloc(B:Integer):PChar$  выделяет память под строку и возвращает указатель на местоположение первого символа строки.

Примеры использования:

```
Var P1:PChar;S1:String;
{Фрагмент 14}
Begin

P1:=StrAlloc(20);
S1:='ABC'; P1:=StrAlloc(LenHth(S1)+1);
End;
```

Рассмотрим пример:

```
Var P1,P2,P3:PChar;
{Фрагмент 15}
Begin
    P1:=StrAlloc(10); P2:=StrAlloc(10); P3:=StrAlloc(10);
    P1:='AB'; P2:='DCE'; P3:='123456';
End;
```

Сразу необходимо отметить, что, не смотря на то, что переменным присвоятся конкретные значения, которые можно вывести в компонентах *Edit* – делать так нельзя. Мы снова нарушаем распределение памяти, как было показано в фрагменте 12. И попытка выполнить после этого *StrDispose* сгенерирует ошибку.

Как же тогда присвоить переменным значения? Здесь как раз нам поможет функция *StrCopy*.

Рассмотрим пример:

```
Var P1,P2,P3:PChar;
{Фрагмент 16}
Begin
    P1:=StrAlloc(10); P2:=StrAlloc(10); P3:=StrAlloc(10);
    StrCopy(P1,PChar('AB'));
    StrCopy(P2,PChar('DCE'));
    StrCopy(P3,PChar('12345'));
End;
```

Распределение памяти приведено в таблице 4.

Таблица 4. Распределение памяти после выполнения фрагмента:

	Память	Длина	Значение
P1	10	2	AB
P2	10	3	CDE
P3	10	5	12345

Из таблицы видно, что отведенная память под каждую строку занимает 10 байт независимо от длины строки. При такой инициализации переменных снимается проблема, приведенная во фрагменте 13 при обратном копировании.

Вместо функции *StrCopy* в данном случае удобнее использовать функцию *StrPCopy*. Она отличается тем, что копируемый параметр имеет тип *String*.

Тогда фрагмент 16 можно записать как:

```
Var P1,P2,P3:PChar;
{Фрагмент 17}
Begin
    P1:=StrAlloc(10); P2:=StrAlloc(10); P3:=StrAlloc(10);
    StrPCopy(P1,'AB'); StrPCopy(P2,'DCE'); StrPCopy(P3,'123456');
End;
```

Такая запись естественно короче.

Еще, на что необходимо обратить внимание при инициализации памяти для переменной с помощью функции *StrAlloc* – это то, что эту память потом нельзя изменить с помощью этой же функции *StrAlloc*. Значения символов строки при этом теряются. Также для строк *PChar* непригодна функция *SetLength*, которая позволяет управлять длинами только строк типа *String*.

Обойти эту проблему можно, сохранив значение строки в дополнительной переменной, как показано в следующем фрагменте:

```
Var P1:Char;S:String;
{Фрагмент 18}
Begin
    P1:=StrAlloc(3);
    StrPCopy(P1,'AB');
    S:=P1;
    P1:=StrAlloc(30);
    StrPCopy(P1,S);
End;
```

В результате значение строки *P1* сохранится, но выделенная под нее память будет составлять уже не 3, а 30 байт.

Итак, существует два способа инициализации *Phar* строк. Это использование функции *StrNew* и *StrAlloc*. При правильной инициализации строк этими функциями, весь большой список функций для работы с *PChar* строками работает корректно. Но, как и везде, существуют досадные исключения. В частности, это функция *StrCat*.

Формат функции *StrCat(P1,P2:PChar):PChar*.

Назначение функции – объединение строк.

Рассмотрим пример:

```

Var P1,P2,P3:PChar;
{Фрагмент 19}
Begin
    P1:=StrAlloc(20); P2:=StrAlloc(20); P3:=StrAlloc(20);
    StrPCopy(P1,'AB'); StrPCopy(P2,'DCE');
    P3:=StrCat(P1,P2);
    StrDispose(P1); StrDispose(P2);
End;

```

Распределение памяти, после выполнения фрагмента, приведено в таблице 5.  
Таблица 5. Распределение памяти после выполнения фрагмента:

	Память	Длина	Значение
P1	20	2	AB
P2	20	3	CDE
P3	20	5	ABCDE

Вроде бы все, хорошо, но ошибка генерируется после попытки освободить память, для строки *StrDispose(P3)*;

Если этого не делать, то все работает корректно и программа закрывается тоже без ошибок. С другой стороны, эту функцию можно использовать как процедуру: *StrCat(P1,P2)*; Результат поместиться в строку *P1* и освобождение памяти для строк обоих произойдет корректно.

Еще один пример, который показывает, что все функции для работы с *PChar* строками можно использовать для работы с массивами символов.

```

Var P1,P2,P3:PChar; S1,S2:Array[0..20] Of Char;
{Фрагмент 20}
Begin
    P1:=StrNew('красно-');
    P2:=StrNew('зеленый');
    P3:=StrNew('синий');
    StrCopy(S1, P1);
    StrCopy(S2, P1);
    StrDispose(P1);
    StrCat(S1, P2); Edit13.Text:=S1; {красно-зеленый}
    StrCat(S2, P3); Edit14.Text:=S2; {красно-синий}
    StrDispose(P2); StrDispose(P3);
End;

```

Итак, мы рассмотрели основные подводные камни при работе с *PChar* строками и как их избежать. Имея в арсенале такую огромную библиотеку функций можно минимальными затратами писать достаточно мощные фрагменты, в част-

ности касающиеся поиска и замены текста или его статистической обработки. Дополнительные сведения по вопросу можно получить в интернет-источниках, в том числе, из следующего списка:

- <http://atree.click/delphispr/AnsiIndexStr.php>
- <http://cppstudio.com/post/437/>
- <http://cubook.supernew.org/manual-c/types/197-ansistring>
- <http://helpiks.org/7-41553.html>
- <http://platonov-andrei.narod.ru/Delphi/FuncAPI/index.htm>
- <http://platonov-andrei.narod.ru/Delphi/NullTermStrFunct.htm>
- <http://platonov-andrei.narod.ru/Delphi/StrRoutines.htm>
- <http://www.delphibasics.ru/navStrUtils.php>
- <http://www.delphibasics.ru/navSystem.php>
- <http://www.delphibasics.ru/navSysUtils.php>
- <http://www.delphi-manual.ru/work-with-strings.php>
- <http://www.interface.ru/home.asp?artId=3835>
- <http://www.programmersforum.ru/showthread.php?t=180282>
- [https://learnc.info/c/mastering\\_strings.html#atoi](https://learnc.info/c/mastering_strings.html#atoi)
- <https://studfiles.net/preview/5772717/>

На основе сделанного анализа разработана база данных, в которую включены все имеющиеся функции для работы со строками.

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

1. С. Бобровский. Delphi 7 учебный курс. – СПб.: Питер 2006. – 735 с.
2. Тонкости работы со строками [электронный ресурс]. – URL: <http://www.delphikingdom.com/asp/viewitem.asp?catalogid=1206#04> (Дата обращения: 15.01.2021)
3. Варламова С. А., Затонский А. В. Информационно-управляющая система филиала вуза как неотъемлемый элемент системы качества образования // Фундаментальные исследования. – 2007. № 12-3. – С. 447-451.

### **List of references**

1. S. Bobrovsky. Delphi 7 training course. – SPb.: Peter 2006. – 735 p.
2. The subtleties of working with strings [electronic resource]. – URL: <http://www.delphikingdom.com/asp/viewitem.asp?catalogid=1206#04> (Date of access: 15.01.2021)
3. Varlamova S. A., Zatonskiy A. V. Information and management system of a university branch as an integral element of the education quality system // Fundamental research. – 2007. No. 12-3. – P. 447-451.

**ВАВИЛИНА Е.А., ВАРЛАМОВА С.А., ЧЕСНОВ В.В.**  
**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ**  
**ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА НА СКОРОСТЬ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ О**  
**РЮКЗАКЕ**

*УДК 004.021, ВАК 05.13.11, ГРНТИ 50.05.13*

Исследование влияния изменения параметров генетического алгоритма на скорость решения задачи о рюкзаке

Study of the influence of genetic algorithm parameters changing on the solution rate of knapsack problem

**Е.А. Вавилина, С.А. Варламова, В. В. Чеснов**

**E.A. Vavilina, S.A. Varlamova, V. V. Chesnov**

Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Березниковский филиал

Perm National Research Polytechnic University, Berezniki branch

*В статье представлено описание задачи о рюкзаке и генетического алгоритма. Описано влияние таких параметров генетического алгоритма как количество вызовов целевой функции, типов селекции, скрещивания, мутаций и формирования поколений генетического алгоритма на эффективность поиска решения задачи о рюкзаке. Показателем эффективности является количество итераций, затраченных для поиска наилучшего решения.*

*The article is about a knapsack problem and a genetic algorithm. The influence of such parameters of the genetic algorithm as the number of calls to the objective function, types of selection, crossing, mutations and generation of generations of the genetic algorithm on the efficiency of finding a solution to the knapsack problem is described. The measure of efficiency is the number of iterations is taken to find the best solution*

*Ключевые слова: задача о рюкзаке, генетический алгоритм, методы оптимизации*

*Keywords: knapsack problem, genetic algorithm, optimization*

## **Введение**

Задача о рюкзаке – это задача о том, как уложить как можно больше предметов с какой-то ценности с условием ограниченности рюкзака по весу. Решение данной задачи может занимать долгое время и поэтому для ускорения нахождения решения используются методы оптимизации, например генетический алгоритм.

Генетический алгоритм – алгоритм в основе которого лежат природные эволюционные процессы. Поиск решения алгоритмом находится с помощью комбинирования элементов. Оно происходит в три этапа: скрещивание, селекция(отбор) и формирование нового поколения. Выполнение продолжается пока не будет достигнут удовлетворительный результат или каким-то другим ограничением, например количеством циклов.

В рамках генетического алгоритма используются следующие термины:

- 1) ген – один из элементов хромосомы (обычно представляет из себя бинарное значение);
- 2) хромосома (особь) – вектор генов, одно из возможных решений задачи поиска;
- 3) популяция – набор особей;
- 4) поколение – новые произведенные самыми приспособленными родителями особи-потомки;

Влияние на работу генетического алгоритма зависит от его параметров, основными параметрами являются: количество поколений, размер популяции, тип селекции, тип скрещивания, вероятность мутаций, тип формирования поколения (разрыв поколений).

Селекция – выбор хромосом, для участия в создании очередного поколения. Селекция определяет ген, который с наибольшей вероятностью перейдет потомкам. Она подразделяется на пропорциональную (рулеточную), турнирную и ранговую. При пропорциональном отборе особи располагаются таким образом, что их размер пропорционален значению целевой функции для данного типа особей. Ранговую селекцию можно описать как сортировку особей по приспособленности. Турнирная же представляет из себя разбиение особей на подгруппы и выявлении лучшей особи в каждой подгруппе.

Скрещивание – процесс, при котором формируется особь на основе генов родителей. Гены родителей разбиваются на несколько частей и из них формируются новые особи путем перекрещивания. При одноточечном у пары особей хромосома делится на 2 части в одной точки, затем происходит обмен генов. При двухточечном происходит обмен генов, которые находятся между двумя случайными точками. При равномерном используется некий эталон бинарных значений, если значение гена равно нулю, то используется ген из первого родителя, иначе из второго.

Мутация – это процесс, при котором случайным образом изменяется произвольное число генов у особи. Цель мутации вывести функцию из локальных экстремумов. В данной работе использовались следующие мутации и их вероятности: слабая - 0.042, средняя - 0.125, сильная - 0.375.

Эти параметры влияют на различные аспекты поиска, но их можно обобщить в две группы:

- 1) исследование пространства поиска - параметры, влияющие на скорость поиска и характеризующие способность алгоритма избегать локальных экстремумов;
- 2) использование найденных подходящих решений – параметры, влияющие на улучшение результатов между поколениями.

Если не брать во внимание параметры алгоритма, то это может привести к ухудшению результатов, застреванию в локальных экстремумах, а также приводит к “одинаковости” особей, т.е. алгоритм в этот момент “зависает”, пока не изменится приспособленности, для решения этой проблемы применяется “встряска”, по аналогии с глобальным катаклизмом, большая часть особей уничтожается и алгоритм “перезагружается”, продолжая поиск. Неправильная настройка может привести к тому, что генетический алгоритм будет аналогичен случайному поиску.



Главное при настройке параметров – сбалансировать влияние групп аспектов. Описание взаимосвязи между параметрами и их влияния на группы аспектов представлено на рисунке 1.



Рисунок 1. Влияние параметров на поиск

Целью работы является определение параметров генетического алгоритма, которые наилучшим образом влияют на ускорение поиска решений задачи о рюкзаке.

### Исходные данные

Исследование производилось с использованием рюкзака с характеристиками, представленными в таблице 1.

Таблица 1. Характеристики рюкзака

Предмет	Ценность(ед.)	Вес(ед.)
1	184	2
2	185	6
3	196	8
4	252	7
5	408	11
6	508	15
7	599	22
8	603	30
<b>Ограничение для рюкзака</b>	<b>5000</b>	<b>200</b>

Для данной работы использовались следующие начальные параметры генетического алгоритма:

- 1) число вычислений целевой функции - 1000;
- 2) тип селекции - пропорциональная селекция;
- 3) тип скрещивания - одноточечное скрещивание;
- 4) тип мутации - слабая;

5) тип формирования нового поколения - только потомки.

Сравнение результатов исследования проводилось на основе сравнения номеров итераций, на которых получался наибольший результат (для данной задачи - максимальная стоимость). Чем меньше номер итерации, тем лучше.

Применение алгоритма к задаче при начальных настройках показало достижение наибольшего результата на 81 итерации.

### **Изменение параметра число вычислений целевой функции**

Изменение параметра уменьшением до 100 и увеличением до 10000 привело к результатам представленным на рисунке 2.

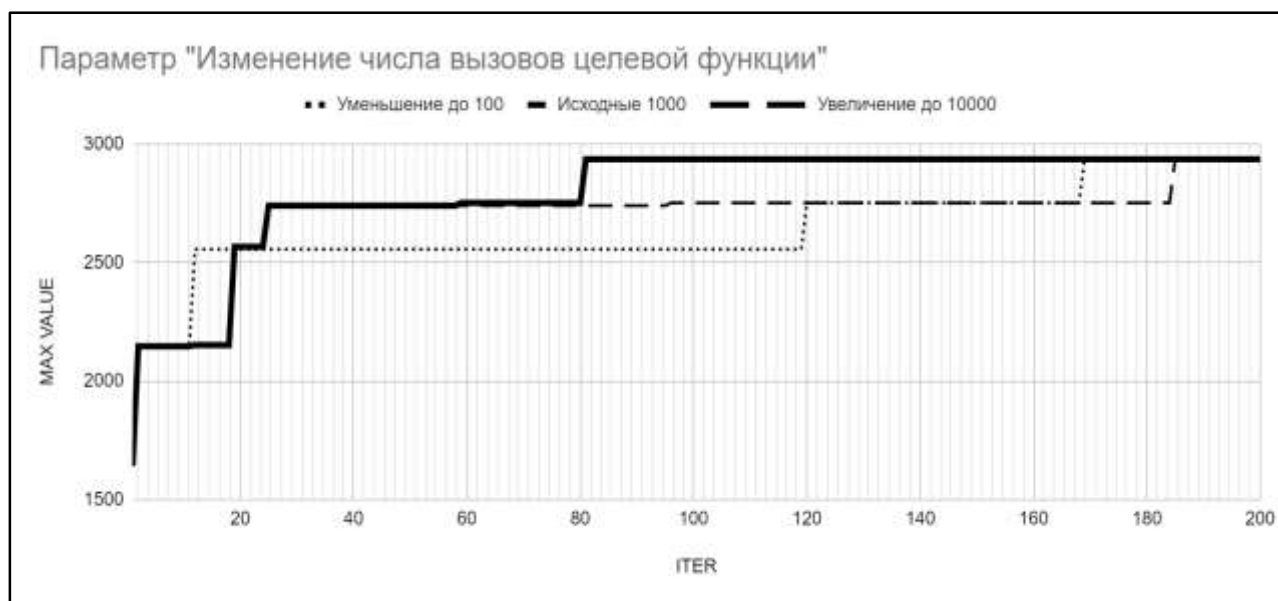


Рисунок 2. Результат изменения числа вычислений целевой функции

Исходя из графика наблюдалось снижение эффективности до 169 итераций при уменьшении параметра, также при его увеличении наблюдалось снижение эффективности до 185.

На основе данных графиков можно сделать вывод, что четкой зависимости нет и возможно существует какое-то оптимальное значение параметра, находящееся в диапазоне от 100 до 10000 при котором будет достигнута максимальная эффективность для данной задачи.

Для дальнейших опытов использовалось начальное значение параметра - 1000.

### **Изменение параметра тип селекции**

Результаты изменения параметра тип селекции представлены на рисунке 3.

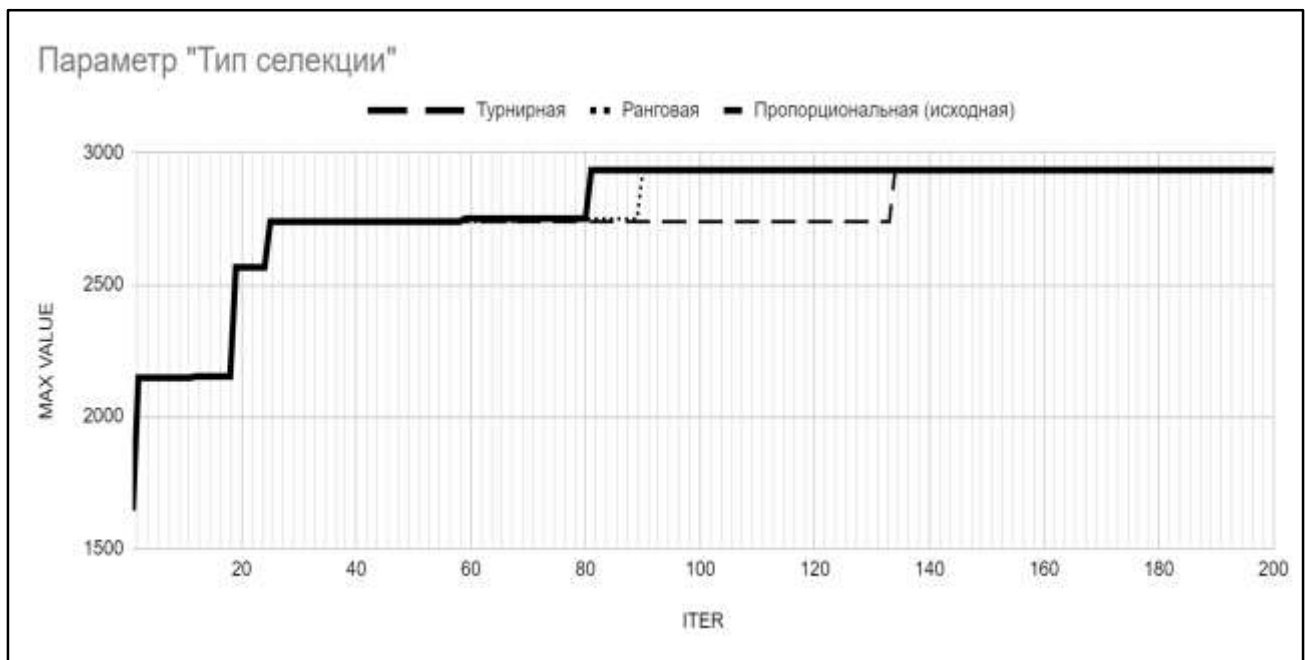


Рисунок 3. Результат для типов селекции

Исходя из графика наблюдалось снижение эффективности до 90 у ранговой селекции, также у турнирной селекции можно увидеть снижение эффективности до 134.

На основании этих результатов, для данной задачи ранговая и турнирная селекция являются менее эффективными чем пропорциональная селекция, используемая изначально.

### Изменение параметра тип скрещивания

Результат однотоочечного, двуточечного и равномерного скрещивания представлен на рис. 4.

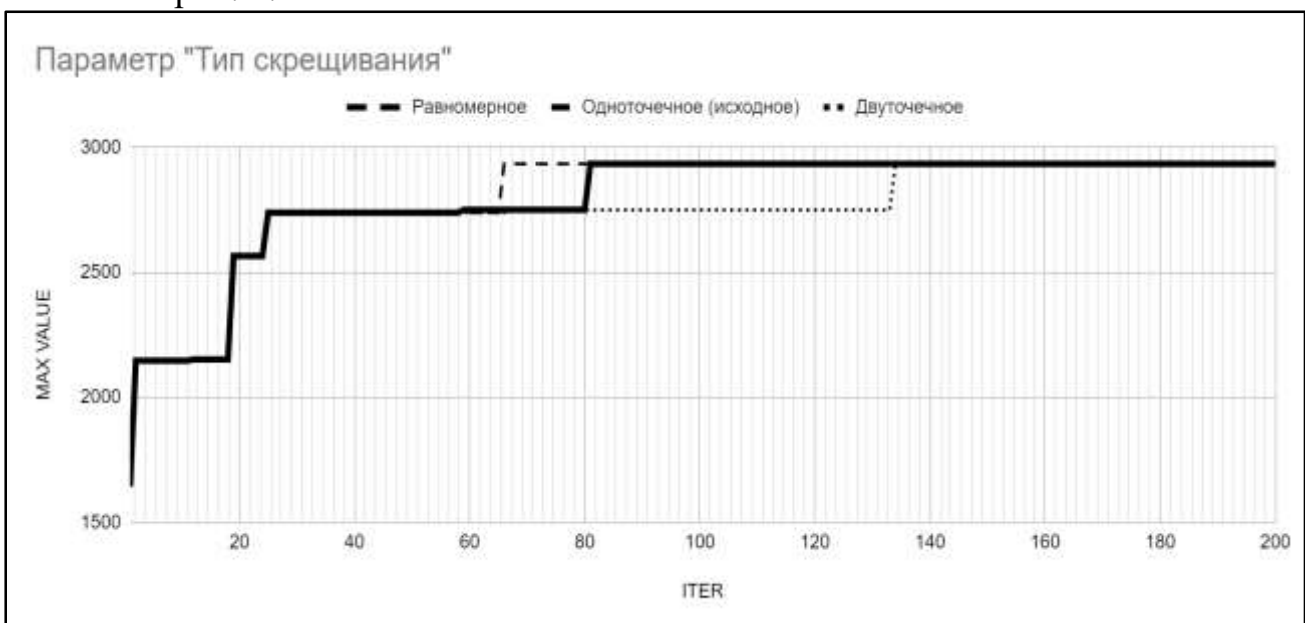


Рисунок 4. Результат для типов скрещивания

Исходя из графика наблюдалось снижение эффективности у двухточечного скрещивания до 134. У равномерного скрещивания наблюдалось увеличение эффективности до 66. Из этого можно сделать вывод, что для данной задачи равномерное скрещивание подходит больше, чем одноточечное.

### Изменение параметра тип мутации

В данной работе использовались следующие мутации и их вероятности: слабая - 0.042, средняя - 0.125, сильная - 0.375. Результат изменения параметра тип мутаций представлен на рисунке 5.

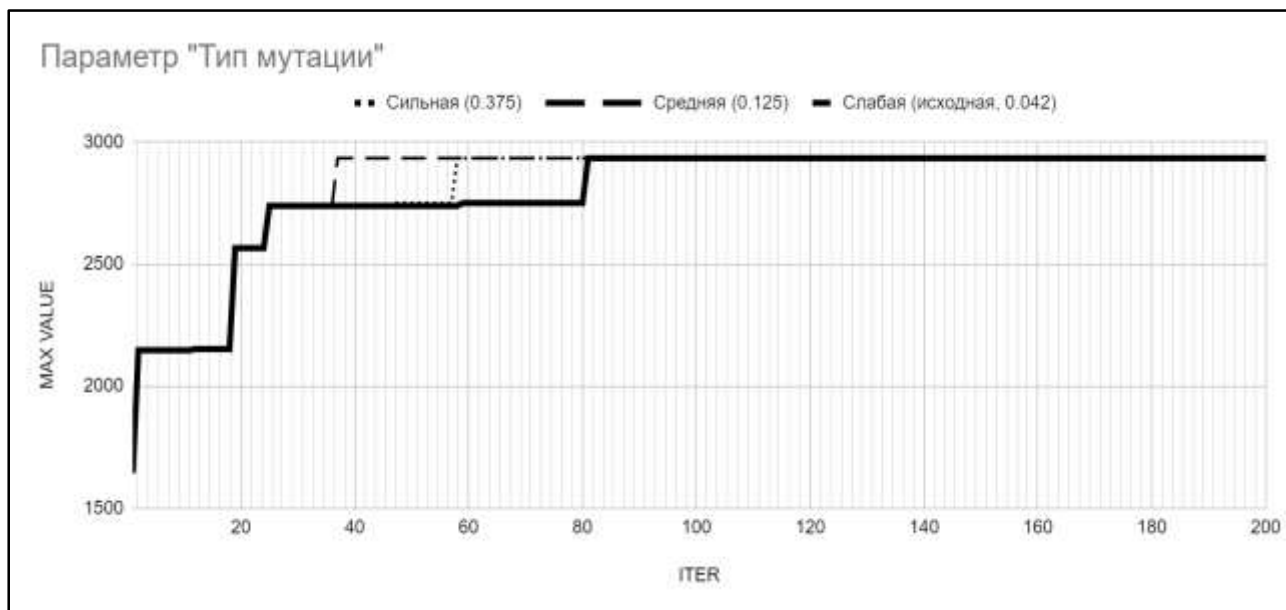


Рисунок 5. Результат для типов мутации

Исходя из графика наблюдалось увеличение эффективности средней мутации до 37. Для проверки возможности улучшения эффективности была проверена комбинация средней мутации и равномерного скрещивания, эффективность снизилась с 37 до 47. Также наблюдалось увеличение эффективности до 58 у сильной мутации. Для проверки возможности улучшения эффективности была проверена комбинация сильной мутации и равномерного скрещивания, эффективность снизилась с 58 до 675.

### Изменение параметра тип формирования нового поколения

Для возможного улучшения в новом поколении можно генерировать не только потомство, но добавлять копию лучшего индивида.

При добавлении к потомкам копии лучшего индивида, полученный результат не отличался от результата с исходными параметрами, сохраняя значение 81 итераций.

Для проверки возможности улучшения были проверены комбинации с параметрами скрещивания и мутации, результаты не изменились. Из этого можно сделать вывод, что данный параметр не оказывает особого влияния на эффективность алгоритма для данной задачи.

В результате исследования была достигнута цель работы – определить параметры генетического алгоритма, которые наилучшим образом влияют на скорость получения результата. Для данной задачи наибольшее влияние оказало изменение мутации на среднюю (0.125), количество итераций снизилось с исходных 81 до 37.

Также хорошие результаты показали сильная мутация и равномерное скрещивание, количество итераций снизилось до 58 и 66 соответственно. Комбинация параметров средней мутации и равномерного скрещивания также показало хороший результат, количество итераций составило 47.

Изменение параметра числа вызовов функции не показало четкой зависимости от уменьшения или увеличения количества вызовов, в обоих случаях наблюдалось снижение эффективности (169 и 185). Предположительно, существует оптимальный вариант для данной задачи, и он находится в диапазоне от 100 до 10000 вызовов.

Изменение параметров тип селекции и двухточечного скрещивания показали снижение эффективности, количество итераций составило 90 и 134 для селекций и 134 для двухточечного скрещивания.

Изменение параметра тип формирования нового поколения и комбинирование с другими параметрами не принесло улучшений.

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

1. Христакева М., Шреста Д. Решение задачи о рюкзаке с помощью генетических алгоритмов // Международная конференция по передовым коммуникационным, управляющим и вычислительным технологиям, 2014. – С.1120-1131.
2. Амджад М. К., Батт С. И., Кусар Р. и др. Последние тенденции исследований в задачах гибкого планирования работы цехов на основе генетических алгоритмов // Математические проблемы в инженерии, 2018. № 8. – С. 1-32.
3. Генетический Алгоритм [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.qai.narod.ru/Publications/tsoy\\_chapterGA.pdf](http://www.qai.narod.ru/Publications/tsoy_chapterGA.pdf) (дата обращения: 09.02.2021).
4. Генетический алгоритм, наглядная реализация [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/254759/> (дата обращения: 09.02.2021).
5. Варламова С.А., Затонский А.В. Информационно-управляющая система филиала вуза как неотъемлемый элемент системы качества образования // Фундаментальные исследования. – 2007. № 12-3. – С. 447-451.
6. Гладков Л. А., Курейчик В. В., Курейчик В. М. Генетические алгоритмы / М: Физматлит, 2006. – 320 с.
7. Левитин А. В. Алгоритмы. Введение в разработку и анализ. М.: Вильямс, 2006. – 576 с.
8. Затонский А.В., Малышева А.В. Модернизация алгоритмов блочного распознавания параметров пенного слоя при флотации калийных руд // Обогащение руд. – 2018. № 2 (374). – С. 35-41.
9. Панченко, Т. В. Генетические алгоритмы / под ред. Ю. Ю. Тарасевича. — Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2007. – 87 с.
10. Рутковская Д., Пилиньский М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы: Пер. с польск. И. Д. Рудинского. - М.: Горячая линия -Телеком, 2006. – 452 с.

11. Саймон Д. Алгоритмы эволюционной оптимизации. М: ДМК Пресс, 2020. – 940 с.

### List of references

1. Hristakeva M., Shrestha D. Solving the 0-1 Knapsack Problem with Genetic Algorithms // International Conference on Advanced Communication, Control and Computing Technologies (ICACCCT), 2014. – PP.1120-1131.
2. Amjad M. K., Butt S. I., Kousar R. et al. Recent Research Trends in Genetic Algorithm Based Flexible Job Shop Scheduling Problems // Mathematical Problems in Engineering, 2018. № 8. – PP.1-32.
3. Genetic Algorithm, [http://www.qai.narod.ru/Publications/tsoy\\_chapterGA.pdf](http://www.qai.narod.ru/Publications/tsoy_chapterGA.pdf), accessed by February, 09, 2021
4. Genetic algorithm, visual implementation, <https://habr.com/ru/post/254759/>, accessed by February, 09, 2021
5. Varlamova S.A., Zatonsky A.V. Information and control system of the university branch as an integral element of the education quality system // Fundamental research. – 2007. No. 12-3. – S. 447-451.
6. Gladkov L. A., Kureichik V. V., Kureichik V. M. Genetic algorithms / M: Fizmatlit, 2006. – 320 p.
7. Levitin A. V. Algorithms. Introduction to development and analysis. M.: Vil'yams, 2006. – 576 p.
8. Zatonsky A.V., Malysheva A.V. Modernization of algorithms for glare recognition of the parameters of the foam layer during flotation of potash ores // Processing of ores. – 2018. No. 2 (374). – S. 35-41.
9. Panchenko, TV Genetic algorithms / ed. Yu. Yu. Tarasevich. - Astrakhan: Astrakhan University Publishing House, 2007. – 87 p.
10. Rutkovskaya D., Pilinsky M., Rutkovsky L. Neural networks, genetic algorithms and fuzzy systems: Per. from Polish I. D. Rudinsky. - M.: Hotline - Telecom, 2006. – 452 p.
11. Simon D. Algorithms of evolutionary optimization. M: DMK Press, 2020. – 940 p.

# ЕФИМОВА А. А. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ

*УДК 004.93, ВАК 05.13.18, ГРНТИ 50.05.19*

Теоретические сведения для разработки  
системы освещения движущихся объек-  
тов

Theoretical information for the devel-  
opment of a lighting system for mov-  
ing objects

**А. А. Ефимова**

**A. A. Efimova**

Пермский национальный  
исследовательский политехнический  
университет, Березниковский филиал

Perm National Research Polytechnic  
University, Berezniki branch

*В статье представлен обзор разра-  
боток и алгоритмов, связанных с компь-  
ютерным зрением, а также описание  
эффекта дисторсии для разработки си-  
стемы освещения движущихся объек-  
тов на основе двух камер и осветитель-  
ного прибора на подвижной основе.*

*The article is about an overview  
of developments related to computer  
vision, as well as a description of the  
distortion effects for a moving object  
lighting system based on two cameras  
and lighting equipment on a moving  
basis.*

*Ключевые слова: система  
освещения, датчики, алгоритмы  
компьютерного зрения, дисторсия*

*Keywords: lighting system,  
sensors, computer vision algorithms,  
distortion*

## Введение

Освещение различных зон спорта, искусства и охраняемых объектов производится за счёт различных осветительных приборов. Одним из эффективных направлений их применения является обеспечение автоматической подсветки движущегося объекта. При небольшой модификации устройство, способное сопровождать лучом света движущийся объект с заданными характеристиками, может также иметь большое охранное и даже военное применение. Для создания такого устройства предлагается при помощи двух статичных видеокамер фиксировать объект (с учётом размера и скорости), вычислять его координаты в трёхмерной системе и передавать их на подвижную основу, на которой находится осветительный прибор. Подвижная основа будет направлять осветительный прибор в соответствии с полученными координатами и освещать движущийся объект.

Для реализации данной работы необходимо выполнить следующие задачи:

1. Реализовать захват объекта камерами;
2. Выполнить выделение объекта (методом бинокулярного выделения) с учётом размера и скорости объекта (в заданном диапазоне);
3. Определить центр тяжести полученной фигуры;
4. Определить дисторсию камер;
5. Вычислить координаты центра тяжести в трёхмерном пространстве с учётом дисторсии камер.

## Геометрическая схема системы освещения движущихся объектов

Геометрические схемы решения работы представлены ниже (Рисунок 1, Рисунок 2). На данных схемах изображено устройство, которое включает в себя 2 статичные камеры (камера 1, камера 2), фиксирующие движущийся объект и их оптические оси, а также фонарик – осветительный прибор на подвижной основе, который будет освещать движущийся объект.

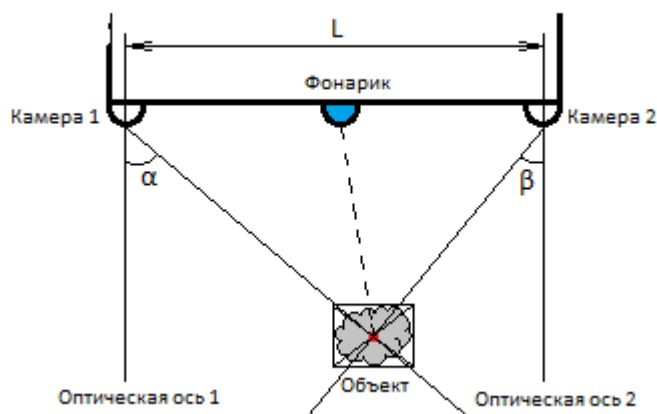


Рисунок 1. Геометрическая схема, вид сверху

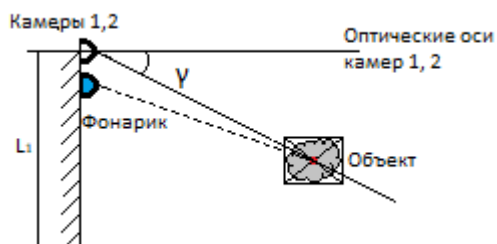


Рисунок 2. Геометрическая схема, вид сбоку

## Обзор разработок, проделанных ранее в направлении решения проблемы

Для управления осветительными приборами существует немало разработок. Рассмотрим некоторые из них.

Датчик движения – сигнализатор, фиксирующий перемещение объектов и используемый для контроля за окружающей обстановкой или автоматического запуска требуемых действий в ответ на перемещение объектов [1].

Первый прибор для обнаружения движения был изобретен Генрихом Герцем. Герц исследовал свойства волн и обнаружил, что волны могут отражаться от объектов и иметь разные скорости. Первый детектор движения, который действовал как охранная сигнализация, был изобретен в начале 1950-х годов Самуэлем Баньо. Он применил основы радара к ультразвуковым волнам – частоте, которую люди не могут слышать, и использовал эффект Доплера. Современные датчики движения работают на тех же основных принципах, которыми пользовался детектор движения Баньо [2].

Существует несколько типов датчиков движения:



1. Контактные – суть работы заключается в установке концевого выключателя с нормально-разомкнутыми контактами или геркона (герметичный контакт) на дверь, когда вы её откроете и зайдёте в помещение, контакты замкнутся, включают реле, а оно включит освещение.

2. Инфракрасные – срабатывают от теплового излучения, реагируют на изменение температуры. Когда вы входите в поле зрения такого датчика он срабатывает на тепловое излучение от вашего тела. Недостатком такого способа определения являются ложные срабатывания.

3. Ультразвуковые – суть работы заключается в испускании волн датчиком. Излучаемая волна, отражаясь от подвижного объекта, возвращается и принимается приёмником, при этом длина волны (частота) незначительно изменяется. Это детектируется, и датчик выдает сигнал, который используют для управления реле или симмистором и коммутации нагрузки.

4. Лазерные или фотодатчики. В данных датчиках присутствуют излучатель и приёмник. Реализация такого датчика может производиться двумя способами:

а) Излучатель и приёмник устанавливаются в проходе напротив друг друга. Когда кто-либо проходит через него, то он заслоняет излучение, и оно не достигает приёмника, тогда срабатывает датчик и включается реле. Это можно использовать и в системах сигнализации.

б) Излучатель и приёмник стоят рядом друг с другом, когда кто-либо находится в зоне действия датчика, излучение отражается от него и попадает на приёмник. Это называется также датчиком препятствия, с успехом применяется в робототехнике.

5. Микроволновый. Состоит также из излучателя и приёмника. Первый генерирует сигнал высокой частоты, второй их принимает. Когда кто-либо проходит рядом изменяется частота. Приемник настроен таким образом, что при изменении частоты сигнал усиливается и передается на исполнительный орган, например, реле, и происходит включение нагрузки.

Сумеречный выключатель, датчик освещения – это устройство для автоматического управления источниками искусственного света. В зависимости от степени освещения окружающего пространства, воздействующего на фоторезистор, датчик способен подавать сигнал для включения/выключения ламп, прожекторов, фонарей и других осветительных приборов.

Принцип работы датчиков освещённости заключается в отслеживании уровня светового излучения, попадающего в поле «видимости» прибора. Лучи света фокусируются с помощью фотоэлемента (светового реле) и направляются к детектору. Когда достигается определённый порог яркости, детектор создаёт напряжение, которое используется прибором в качестве сигнала для замыкания цепи и блокировки электрических устройств. Именно этот сигнал, получаемый в результате создаваемого напряжения, включает светильник при возникновении сумерек, а с наступлением рассвета – выключает его [3].

Датчик открытия двери - предназначен для обнаружения проникновения в охраняемое пространство через дверные и оконные проёмы формируя сигнал тревоги в случае открытия окна или двери. Принцип работы является похожим на контактный тип датчика движения [4].

## Обзор алгоритмов компьютерного зрения

Для выделения движущегося объекта будет использована библиотека алгоритмов компьютерного зрения *OpenCV*. В период 2000 по 2008 год *OpenCV* разрабатывалась и поддерживалась в основном *Intel*, затем стремительно расширялась вширь, обрстая базовой функциональностью, такой как основные структуры данных, алгоритмы обработки изображений (*image processing*), базовые алгоритмы компьютерного зрения, ввод и вывод изображений и видео. Уже в это время были реализованы алгоритмы детекции человеческих лиц (каскадный классификатор), поиска стереосоответствия, оптического потока и другие [5, 6]. В библиотеке используются алгоритмы выделения контуров, основанные на подходах Собеля и Превитта, использующие центральные разности.

Контуром изображения является набор точек, между которыми происходит изменение значений яркости (Рисунок 3).

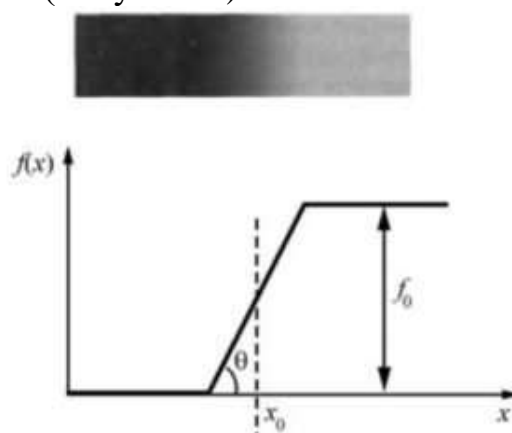


Рисунок 3. Схематическое изображение изменения яркости

Изменение яркости характеризуется высотой скачка —  $f_0$ , углом наклона —  $\theta$  и координатой центра наклонного участка —  $x_0$ . Перепад яркости считается контуром, если его высота и угол наклона превосходят некоторые пороговые значения [7, 7].

На следующем рисунке (Рисунок 4) производные  $df/dx_1$  и  $df/dx_2$  характеризуют скорости изменения яркости в направлениях  $x_1$  и  $x_2$ . Для вычисления производной по произвольному направлению используется градиент яркости:

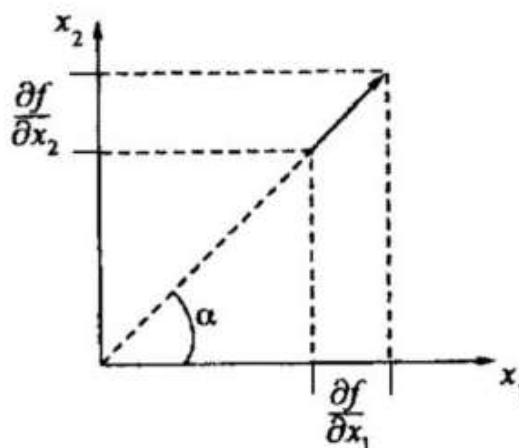


Рисунок 4. Графическое представление градиента

Модуль градиента и угол его ориентации  $\alpha$  рассчитываются по формулам (1, 2):

$$|\nabla f(x_1, x_2)| = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x_1}\right)^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right)^2} \quad (1)$$

$$\alpha = \arctg \left( \frac{\frac{\partial f}{\partial x_1}}{\frac{\partial f}{\partial x_2}} \right) \quad (2)$$

Общим способом поиска градиента является обработка значений яркости  $f(x, y)$  с помощью скользящей маски – фильтра (Рисунок 5).

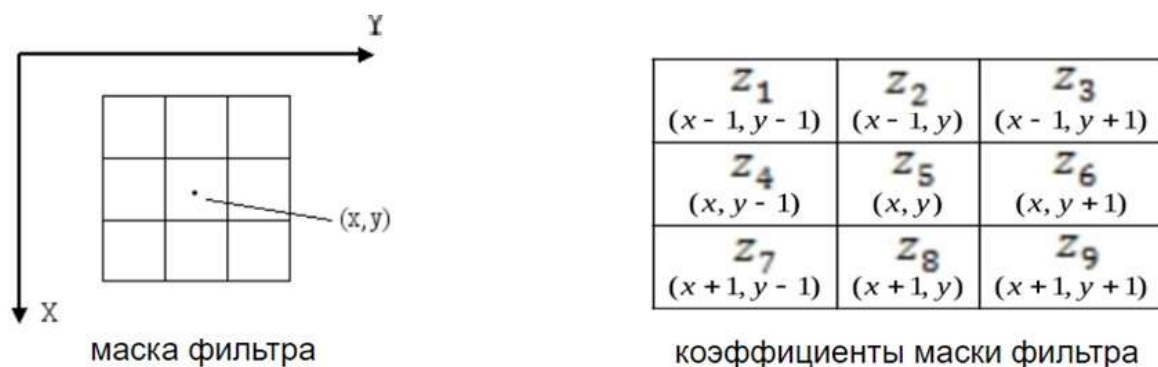


Рисунок 5. Скользящая маска-фильтр

В каждой точке изображения  $(x, y)$  вычисляется отклик фильтра  $G$ , который есть дискретным аналогом производной яркости (3):

$$G = z_1 f(x - 1, y - 1) + z_2 f(x - 1, y) + z_3 f(x - 1, y + 1) + z_4 f(x, y - 1) + z_5 f(x, y) + z_6 f(x, y + 1) + z_7 f(x + 1, y - 1) + z_8 f(x + 1, y) + z_9 f(x + 1, y + 1) \quad (3)$$

Эти производные могут быть реализованы путём обработки всего изображения с помощью оператора, описываемого масками оператора Превитта (Рисунок 6) и оператора Собеля (Рисунок 7)

-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

-1	-1	-1
0	0	0
1	1	1

Рисунок 6. Оператор Превитта

-1	0	1
-2	0	2
-1	0	1

-1	-2	-1
0	0	0
1	2	1

Рисунок 7. Оператор Собеля

Оператор Собеля похож на оператор Превитта, различие заключается в использовании весового коэффициента 2 для средних элементов.

Рассмотренные выше маски применяются для получения составляющих градиента  $G_x$  и  $G_y$ . Для вычисления величины градиента эти составляющие необходимо использовать совместно (4):

$$f = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \quad (4)$$

После того, как объект будет выделен контурами, необходимо найти обхватывающую рамку, которая выделит объект прямоугольником.

Далее нужно найти центр тяжести объекта. Для этого необходимо вычислить стороны обхватывающей рамки и каждую сторону поделить на 2 и отложить эти длины от левого верхнего угла рамки. И после этого передать данные координаты на подвижную основу осветительного прибора с учётом эффекта дисторсии.

### Описание эффекта дисторсии и его важности

Дисторсией называется оптический эффект, который вызывает искривление прямых линий на фотографии. Прямые линии, не пересекающие оптическую ось, отображаются в виде дугообразных кривых, а предметы по мере удаления от центра к краям кадра сильно сжимаются в радиальном направлении[9].

В своей статье директор *CCTVCAD Software* С. В. Уточкин описал, почему дисторсию учитывать важно, описал типы дисторсий и рассмотрел влияние бочкообразной и подушкообразной дисторсий в программе *VideoCAD* [10].

Под влиянием дисторсии искажается не только само изображение, но и углы обзора, форма зоны обзора и распределение пространственного разрешения (плотности пикселей) (Рисунок 9). Данные параметры важны при проектировании видеонаблюдения. Под влиянием дисторсии поле зрения перестает быть прямоугольным, а фактические углы обзора по горизонтали, вертикали и диагонали могут значительно отличаться от углов, рассчитанных исходя из размеров видео сенсора и фокусного расстояния объектива.

Явление дисторсии характерно для широкоугольных линз и бывает двух основных видов:

- Бочкообразная – выпуклое искривление, нередко называемое «Рыбий глаз»;
- Подушкообразная – вогнутое искривление;
- Третьим типом дисторсии выступает комплексная деформация. При ней искажения в разных зонах фотографии имеют разный вид и интенсивность (Рисунок 8).



Рисунок 8. Виды дисторсии

При этом форма поля зрения изменяется противоположно названию. Так, при бочкообразной дисторсии изображение напоминает бочку, а форма поля зрения - подушку. При подушкообразной дисторсии наоборот - изображение напоминает подушку, а форма поля зрения – бочку.

В первом случае на изображении объекты по краям поля зрения выглядят сжатыми, пространственное разрешение уменьшается от центра к краям, а само поле зрения камеры растягивается к краям. Фактические углы обзора в этом случае больше расчетных (Рисунок 9).

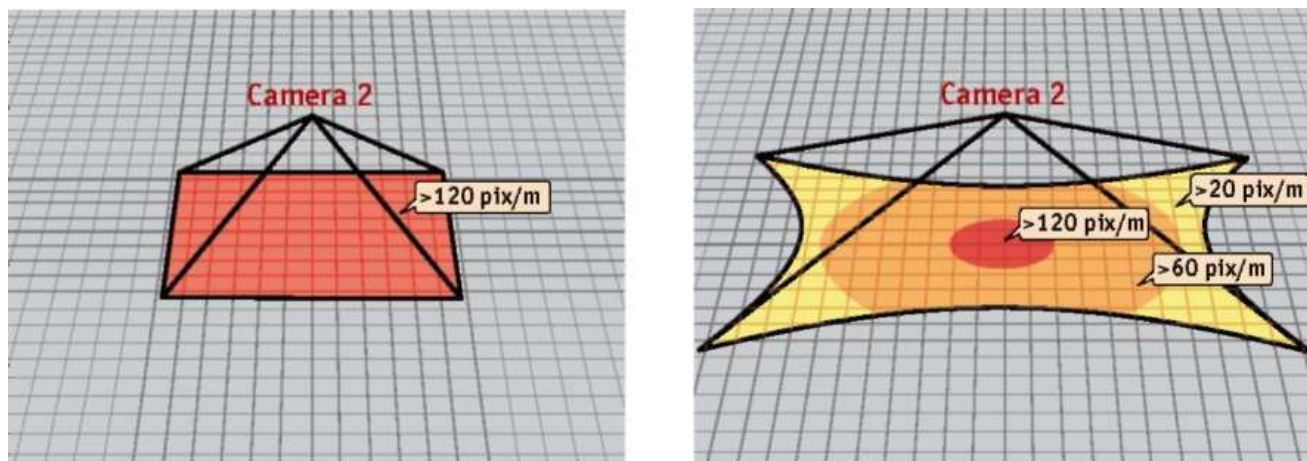


Рисунок 9. Поле зрения камеры. Слева – камера без учёта дисторсии.  
Справа – с учётом дисторсии

Бочкообразная дисторсия увеличивает поле зрения, но уменьшает пространственное разрешение, чем дальше от центра поля зрения, тем сильнее. Предметы, удаленные от центра поля зрения, будут отображаться с меньшим разрешением, чем предметы в центре поля зрения. Поскольку калькуляторы объективов считают пространственное разрешение только в центре, фактическое пространственное разрешение на большей части поля зрения будет хуже расчетного.

## Выводы

Проведенный обзор показывает, что в настоящее время в открытом доступе не найдено информации о системе видеонаблюдения, совмещенной с направленной подсветкой движущегося объекта. Предложены некоторые математические и практические основы, позволяющие построить такую систему на основе бинокулярного зрения с учетом дисторсии. Конкретная реализация и методы экспериментального построения таблиц дисторсии будут зависеть от применяемой программно-аппаратной базы.

## Список использованных источников и литературы:

1. Всё о датчиках движения, типы датчиков движения [Электронный ресурс]. – URL: [https://elektrovesti.net/tekhnologii/407\\_vse-o-datchikakh-dvizheniya](https://elektrovesti.net/tekhnologii/407_vse-o-datchikakh-dvizheniya) (Дата обращения: 15.01.2021)
2. История создания датчика движения [Электронный ресурс]. – URL: <https://iot.ru/wiki/datchik-dvizheniya> (Дата обращения: 15.01.2021)
3. Информация о датчике освещения [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.smarthof.ru/info/datchik-osveshheniya%20/> (Дата обращения: 15.01.2021)
4. Информация о датчике открытия [Электронный ресурс]. – URL: <https://security-hub.ru/catalog/datchiki/datchik-otkrytiya-dveri/> (Дата обращения: 15.01.2021)
5. Краткая история проекта *OpenCV* [Электронный ресурс]. – URL: <https://habr.com/ru/company/intel/blog/146434/> (Дата обращения: 23.01.2021)
6. Затонский А. В., Варламова С. А., Малышева А. В., Мясников А. А. Использование видеографической информации для уточнения динамической стохастической модели процесса флотации калийной руды // Интернет-журнал Наукосведение. – 2017. Т. 9. № 2. – С. 87.
7. Моделирование и распознавание 2D/3D образов [Электронный ресурс]. – URL: <https://api-2d3d-cad.com/contour/> (Дата обращения: 09.02.2021)
8. Затонский А. В., Варламова С. А. Использование бликовых отражений для автоматического распознавания параметров пены при флотации калийных руд // Обогащение руд. – 2016. № 2 (362). – С. 49-56.
9. Дисторсия, что это за эффект [Электронный ресурс]. – URL: <http://photoword.ru/distorsiya-cto-eto-za-effekt-i-kak-ego-primenyat/> (Дата обращения: 26.11.2020)
10. Почему дисторсию учитывать важно [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.techportal.ru/208229> (Дата обращения: 27.11.2020)

## List of references

1. Everything about motion sensors, types of motion sensors, [https://elektrovesti.net/tekhnologii/407\\_vse-o-datchikakh-dvizheniya](https://elektrovesti.net/tekhnologii/407_vse-o-datchikakh-dvizheniya), accessed January, 15, 2021
2. The history of the creation of the motion sensor, <https://iot.ru/wiki/datchik-dvizheniya>, accessed January, 15, 2021.
3. Light sensor information, <https://www.smarthof.ru/info/datchik-osveshheniya%20/> accessed January, 15, 2021.

4. Information about the opening sensor, <https://security-hub.ru/catalog/datchiki/datchik-otkrytiya-dveri/>, accessed January, 15, 2021.
5. Brief history of the OpenCV project, <https://habr.com/ru/company/intel/blog/146434/>, accessed January, 23, 2021.
6. Zatonskiy A.V., Varlamova S.A., Malysheva A.V., Myasnikov A.A. Using videographic information to clarify the dynamic stochastic model of the potash ore flotation process // Internet-journal Naukoved. – 2017. Vol. 9. No. 2. – P. 87.
7. Modeling and recognition of 2D / 3D images, <https://api-2d3d-cad.com/contour/>, accessed February, 9, 2021.
8. Zatonskiy A.V., Varlamova S.A. Using glare reflections for automatic recognition of foam parameters during flotation of potassium ores. Obogashchenie ore. – 2016. No. 2 (362). – S. 49-56.
9. Distortion, what is this effect, <http://www.techportal.ru/208229>, accessed November, 27, 2020.

**ГАТИН Г. Н.**  
**ЗАГАДКИ ТЕОРИИ МНОЖЕСТВ**  
 УДК 510.22, ВАК 05.13.17, ГРНТИ 20.01.07

Загадки теории множеств

Mysteries of set theory

**Г. Н. Гатин**

**G. N. Gatin**

Ухтинский государственный  
 технический университет, г. Ухта

Ukhta State Technical Univer-  
 sity, Ukhta

*Автор обращает внимание на то, что игнорирование некоторых свойств элементов множеств, может привести к нежелательным последствиям. В частности существуют множества элементы которых практически неотделимы друг от друга. Это приводит к тому, что к этим множествам неприменима аксиома выбора. Отделимость элементов множества материальное свойство. Поскольку аксиома выбора предполагает отделимость элементов друг от друга она, в свою очередь материальна.*

*The author draws attention to the fact that ignoring some properties of the elements of the set can lead to undesirable consequences. In particular, there are many elements of which are practically inseparable from each other. This leads to the fact that the axiom of choice does not apply to these sets. Separation of elements of a set is a material property. Since the axiom of choice presupposes the separability of elements from each other, it, in turn, is material.*

**Ключевые слова:** теория множеств, объект, элемент, множество, эксперимент

**Keywords:** set theory, object, element, set, experiment

Поступая так, мы намереваемся давать законы на вечные времена.

Н. Бурбаки,  
 [3] стр 25

## Введение

Теория множеств – сложившаяся математическая дисциплина. Сегодня в той или иной мере основы теории множеств даются в инженерных курсах математики и при этом сообщается, что вся математика может быть выведена из теории множеств. Автор ни в коей мере не пытается подвергнуть этот тезис сомнению, но обращает внимание на замечания Н. Бурбаки во введении [3, стр.29] "... за 40 лет с тех пор, как сформулировали с достаточной точностью аксиомы Теории множеств и стали извлекать из них следствия в самых разнообразных областях математики, ещё ни разу не встретилось противоречие, и можно с основанием надеяться, что оно не появится никогда." Другими словами, наша уверенность в непогрешимости



математики, извините, в непротиворечивости, базируется на *вере*! Я верю в интуицию математиков и присоединяюсь к этой вере, но к базовой дисциплине «Теории множеств», у меня есть вопросы, ответы на которые я так и не нашёл.

Разбор непоняток (по крайней мере для меня) будем вести от интуитивной теории множеств. Ну так и слышу: "Разберитесь с аксиоматическим построением теории множеств и все ваши загадки отпадут сами собой." Ну во-первых: "Откуда вы это знаете? Сам Н. Бурбаки не так в этом уверен." Отсылаю несомневающимся на стр. 29 [3].

Во-вторых, в "Сводке результатов", см. сноску № 2 стр. 353 [3]: "Читатель не преминет заметить, что 'наивная' точка зрения, на которую мы встали в этой сводке для изложения основ Теории множеств, прямо противоположна 'формалисткой' точке зрения, принятой в выпусках Книги I," [3, стр. 353] В тексте же "Чтение Книги I ('Теория множеств') необходимо для читателей, желающих знать, как можно преодолеть логические трудности, вызываемые присутствием этих неопределяемых терминов" Другими словами, мы всё можем доказать чисто формально, но на практике используем 'наивную' точку зрения.

В третьих: изучение теории множеств, если вы не обладаете мазохистскими наклонностями, (понимание аксиоматики требует этого), начинается именно с 'наивной' точки зрения.

Итак:

"Георгу Кантору принадлежит следующее основополагающее высказывание: «Множество — это соединение в целое определённых различных объектов нашей интуиции или нашего мышления.»" [2]

Что можно вытащить из этого определения?

*Множество образуется из объектов, называемых его элементами.* Можно называть и точками множества, но термин "точка" ассоциирован с другими сущностями. Откуда либо объект, либо элемент, даже предмет и т.п..

*Мы должны иметь возможность отличить один объект от другого.* Здесь появляются первые трудности. Различные объекты в смысле отделимые друг от друга как шары в ящике - одинаковые, но отделимые. Различные объекты как результат сравнения объектов - разные, неодинаковые, и безусловно отделимые друг от друга..

В любом случае мы должны иметь возможность отделять элементы множества друг от друга. Всё же, "различные" трактуется как разные элементы. На основании этого заявляется, что во множестве не может быть одинаковых элементов. Ненормальность ситуации, однако, чувствуется сразу и появляются *множества* и *мультимножества*. Заметим, что Г. Кантор, такого различия не делал. Как иначе объяснить, что сразу начинается разбор количества точек на прямой, плоскости и т.д. Точки все одинаковые, и прямая и плоскость тогда мультимножества.

Вот и первая загадка: далее излагается теория *множеств*, о *мультимножествах* ни слова. Косвенно, даётся понять, что мультимножества ничего кроме дополнительных технических сложностей не приносят. Беда в том, что математики работают с мультимножествами, а отнюдь не со множествами, но работают с мультимножествами как со множествами. А.Б. Петровский [4] строит теорию мультимножеств так, что сохраняются свойства и операции множеств, но мультимножества имеют больше свойств и с ними можно определить операции, невыполнимые со множествами. Обычные же операции, применяемые к мультимножествам могут дать несколько неожиданные результаты (см. ниже)

*Множество полностью определяется своими элементами.*

Здесь появляется вторая загадка. Если элементы определяют множество, то при работе со множествами следует учитывать природу элементов. Но теория множеств строится так, чтобы максимально абстрагироваться именно природы от элементов. Вполне естественное стремление, математики строят как можно более общую теорию. Безусловно, нет смысла строить для каждого рода элементов свою теорию множеств. Однако, существуют некоторые свойства классов элементов, пренебрежение которыми приводит к проблемам. Автор надеется показать это ниже.

С последним выделенным курсивом тезисом связана ещё одна непонятка. Обычно, этот тезис основание для определения равенства множеств. Причём в большинстве источников приводятся примеры типа:

$$A = \{1, 3, 0\} \quad B = \{1, 3, 0, 5\} \quad C = \{1, 3, ,3, 0, 0\} \quad D = \{3, 0, 1\}$$

И сообщается, что  $A \neq B$ , но  $A = C$  и  $A = D$ , а также  $C = D$  и .т.п.

Ну не принимает наивный читатель равенства как  $A$  и  $C$ , так и  $C$  и  $D$ .

Думающий же сразу строит пример  $Q = \{1, 3, 0, 0, 0....\infty....0\}$

Вот равенство конечного и бесконечного множеств действительно не хочется принимать.

Почему не введено понятие *состоять из одних и тех же элементов* отличное от *равенства* множеств? Мне кажется, что когда строилась теория множеств не было различия между множествами и мультимножествами.

Сегодня объяснение вышеприведённого определения равенства достаточно прозрачно. Мы сравниваем множество и мультимножество. Ни одной операции для мультимножеств мы не определили, так что сравнение незаконно. А. Б. Петровский [4, стр. 17] осторожно говорит "возможные способы сопоставления мультимножеств" и приводит *равные, равномошные, равновеликие, равноразмерные* мультимножества. (ого!)

Теория мультимножеств строится так, чтобы сохранить всё то, что наработано для множеств. Правда, при применении к мультимножествам самые естественные операции множеств могут дать, скажем так, нелепые результаты. Например:

$$A = \{1, 0.. \infty.0\} \quad B = \{0, 1.. \infty.1\}$$

$$A \cup B = \{0, 1\} \quad (\cup - \text{символ операции объединения})$$

Математики, однако, прекрасно чувствуют тонкие моменты и явных нелепостей избегают. К чему я это? Да к тому, что чаще всего математики работают с мультимножествами, а не со множествами. (Вот и ещё одна загадка: почему, по факту, нигде не приводится теория мультимножеств).

Давайте разберёмся, что есть что!

Любимое нами всеми множество точек прямой по сути мультимножество. Прямая состоит из бесконечной совокупности абсолютно одинаковых точек или, если рассматривать прямую как множество, бесконечной совокупности абсолютно неразличимых между собой элементов. При этом прямая обладает удивительным свойством: на любом кусочке прямой точек столько же сколь и на всей прямой. Ну это следствие бесконечной делимости прямой при её непрерывности. Но у прямой есть ещё одно достаточно неприятное свойство: *элементы прямой неотделимы друг от друга*. Вы не можете выделить из прямой точку. Выкалывая из прямой точку вы всегда указываете некоторый отрезок, который в свою очередь содержит столько же точек сколь и вся прямая. То есть оперируя точками, мы уже оперируем множествами! (Если термин 'прямая' заменить на термин 'плоскость', то мы получим те же результаты.) С другой стороны: множество рациональных чисел всюду плотно, так что указывая точку на прямой мы попадаем на рациональное число, но никак на действительное.

Таким образом, прямая, в связи с неотделимостью элементов прямой друг от друга множеством не является. Но поскольку точки прямой можно поставить во взаимно-однозначное соответствие со множеством действительных чисел, то и действительные числа множеством не являются.

Однако, Г. Кантор не зря говорит "*объекты нашей интуиции или нашего мышления*". Мысленно мы можем выделить точку. С другой стороны, Г. Кантор не считал, что все элементы множества обязательно должны быть различными. С его точки зрения действительные числа *множество*! Автор, кстати, тоже придерживается этого мнения. Но особенности множества действительных чисел обязательно где-то скажутся. Чтобы выяснить где это проявится рассмотрим возражения на вышеприведённый длинный абзац.

Первое возражение против этого рассуждения: Автор опирается не древнее, фактически уже неиспользуемое определение множества. Построение аксиоматики теории множеств показывает, как обойти эти логические трудности. Тогда куда деть сноску № 2 стр. 353 [3]? Н. Бурбаки ясно показывает, что в реальности используется интуитивная теория множеств. Поэтому просто так от определения Г. Кантора не отмахнёшься.

Второе возражение против этого рассуждения совсем простое. Автор приводит физическую возможность, в то время как в определении множества *различные объекты нашей интуиции или нашего мышления*. Мысленно мы можем отделить точку от прямой.

Ох, чего только мы можем сделать мысленно. Мысленно мы можем левитировать и ещё многое. Давайте сделаем несколько мысленных экспериментов изрядно, правда, подправленных физикой. Здесь я придерживаюсь точки зрения В. И. Арнольда [1], что математика, та же физика, но эксперимент в математике стоит на несколько порядков меньше эксперимента в физике.

Начнём со старого доброго чёрного ящика в котором есть отверстие. В это отверстие мы не можем заглянуть, но можем сунуть руку и, если повезёт, вынуть что-либо из ящика.

Эксперимент первый: ящик заполнен твёрдыми шарами. Тогда, засунув руку в отверстие, мы легко извлекаем шар. Манипулируя ящиком, мы манипулируем всей совокупностью шаров. То есть совокупность шаров в ящике представляет собой множество в смысле Г. Кантора. Причём на этой совокупности шаров определены все обычные операции со множествами. Ярким примером таких множеств будут комплексы осадочных пород земной коры. Важно: в этом эксперименте мы можем извлечь элемент множества из самого множества.

Попутно вспомним контрпример Б. Рассела к аксиоме выбора. Это знаменитые совершенно одинаковые шнурки для которых нельзя построить функцию выбора. Поместите шнурки в чёрный ящик и ответьте, чем они отличаются от шаров.

Эксперимент второй: пусть ящик наполнен жидкостью, так что в жидкость можно погрузить руку. Тогда, засунув руку в ящик, мы понимаем, что там жидкость. Мы можем извлечь из ящика некоторую долю жидкости. Более того, если жидкость смачивает наши кожные покровы, то на руках останется некоторый слой жидкости.

Здесь, следует заметить: в жидкости нет "пустых мест", а между шарами есть пустоты.

Рассмотрим жидкость как множество. А почему нельзя? В конце-концов жидкость состоит из молекул, которые реально друг от друга делимы, но одинаковы. То есть, жидкость типичное мультимножество. Вот только извлечь из этого мультимножества единичный элемент мы не можем. Природа элементов "жидкого" множества отлична от природы "твёрдых" множеств. Мало утверждать, что жидкость множество, надо показать, что все обычные операции над множествами выполнимы с жидкостями. Залежи нефти, воды, морские растворы ясно показывают выполнимость всех операций принятых со множествами.

Эксперимент третий: ящик заполнен газом. Тогда засунув руку в ящик мы не сможем сказать с уверенностью, что в ящике что-то есть. Это надо будет выяснять другими методами. Тем не менее, газ ведёт себя как мультимножество.

Читатель, безусловно, уже понял: целые числа - кристаллическая решётка; рациональные - заполнение кристаллической решётки; иррациональные, трансцендентные - жидкость в порах заполнения; гипертрансцендентные числа - газ.

Согласен с критиками — это не математика. Но вот отделимость элементов множества друг от друга очень даже математика. Нравится нам это или нет, но действительные числа неотделимы друг от друга. Даже мысленно мы указываем некоторое рациональное приближение. "Абсолютно точно" мы указываем только  $\pi$ ,  $e$ ,  $\sqrt{2}$  и т.п., но при работе с этими числами используем их рациональные приближения.

Но класс множеств состоящих из отделимых друг от друга элементов совпадает с классом дискретных множеств, который в свою очередь включён в класс счётных множеств.

Я не предлагаю ограничить теорию множеств лишь счётными множествами. Но где явно используется отделимость элементов друг от друга? Аксиома выбора! Известно, что аксиома выбора применима ко счётным множествам, но в общем случае, возникают проблемы. Аксиома выбора *материальна*. Она использует материальные свойства элементов. Её применение к идеальным — мысленным объектам обязательно вызовет (и вызывает) проблемы.

### Список использованных источников и литературы

1. Арнольд В. И., Что такое математика? – М: МЦНМО, 2002. – 104 стр.
2. Архангельский А. В., Канторовская теория множеств. – М: Издательство Московского университета, 1988. – 112 с.
3. Бурбаки Н., Теория множеств. – М: МИР, 1965. – 455 с.
4. Петровский А. Б., Теория измеримых множеств и мультимножеств. – М: Наука, 2018. – 360 с.

### List of references

1. Arnold V. I., What is mathematics? – M: MTsNMO, 2002. – 104 p.
2. Arkhangelskiy AV, Cantor set theory. – M: Publishing house of Moscow University, 1988. – 112 p.
3. Bourbaki N., Set theory. – M: MIR, 1965 . – 455 p.
4. Petrovsky AB, The theory of measurable sets and multisets. – M: Nauka, 2018 . – 360 p.

**КЛИМОВА И. В., СМИРНОВ Ю. Г.**  
**ПРИМЕНЕНИЕ АППАРАТА ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ ДЛЯ**  
**РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ ОХРАНЫ ТРУДА**  
**РАБОТНИКОВ НЕФТЕШАХТЫ**

*УДК 622.275.55:519.711.3 ВАК 05.13.18 ГРНТИ 28.17.31*

Применение аппарата теории нечетких множеств для решения задач управления системой охраны труда работников нефтешахты

Application of the apparatus of the theory of fuzzy sets for solving problems of management of the labor protection system of oil mine workers

**И. В. Климова<sup>1</sup>, Ю. Г. Смирнов<sup>2</sup>**

**I. V. Klimova<sup>1</sup>, Yu.G. Smirnov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург

<sup>1</sup>Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, St. Petersburg

<sup>2</sup>Ухтинский государственный технический университет, г.Ухта

<sup>2</sup>Ukhta State Technical University, Ukhta

*Статья посвящена рассмотрению задачи построения модели управления системой охраны труда работников нефтешахты с применением аппарата теории нечетких множеств. В качестве инструментального средства моделирования использовался пакет расширения Fuzzy Logic Toolbox среды компьютерной математики MATLAB, Разработана нечеткая модель влияния виброакустических факторов на развитие заболеваний опорно-двигательного аппарата работников.*

*The article is devoted to the consideration of the problem of constructing a model for managing the labor protection system of oil mine workers using the apparatus of the theory of fuzzy sets. The Fuzzy Logic Toolbox expansion package of the MATLAB computer mathematics environment was used as a modeling tool. A fuzzy model of the influence of vibroacoustic factors on the development of diseases of the musculoskeletal system of workers was developed.*

**Ключевые слова:** нечеткое моделирование, управление системой охраны труда, виброакустические факторы, заболеваемость.

**Keywords:** fuzzy modeling, labor protection system management, vibroacoustic factors, morbidity

## Введение

Нечеткое моделирование на сегодняшний день является одним из наиболее перспективных направлений для научных исследований в области анализа, прогнозирования и моделирования различных процессов. Особенно это актуально для оценки профессиональных рисков для здоровья персонала, где недостаточно данных о связи некоторых заболеваний с условиями труда [1, 2].

Оценка профессиональных рисков для здоровья работников предполагается нормативными актами РФ, локальными документами по системе управления охраной труда, но не предоставляет инструментария, позволяющего связать условия

труда с состоянием здоровья персонала. Самым главным индикатором ответных реакций организма человека выступает заболеваемость персонала: профессиональная, профессионально-обусловленная и общая. Однако, следует отметить, что на сегодняшний день необходимая информация по нозологическим формам, как правило, скрыта.

Целью настоящей работы является построение модели управления системой охраны труда работников нефтешахты с применением аппарата теории нечетких множеств на примере воздействия виброакустических факторов на организм работников.

### Методика исследований

Достижение поставленной цели требует решения следующих задач:

- рассмотреть (специфику работ, оборудование и инструменты, используемые на рабочем месте машиниста горных выемочных машин;
- провести анализ материалов оценки условий труда по данному рабочему месту;
- идентифицировать физические факторы, воздействующие на работника;
- построить модель формирования нагрузки на организм работника вследствие воздействия виброакустических факторов.

Таблица 1. Оценка условий труда подземного персонала

Профессия	Наименование факторов									Итоговый класс условий труда
	Химический	АПФД	Шум	Вибрация общая	Вибрация локальная	Параметры микроклимата	Параметры световой среды	Тяжесть трудового процесса	Напряженность трудового процесса	
Машинист проходческого комбайна	2	3.1	3.2	3.1	2	2	3.1	3.1	2	3.2
Условные обозначения										
	Высокий риск получения проф. заболевания									
	Средний риск получения проф. заболевания									
	Низкий риск получения проф. заболевания									
	Пренебрежительно низкий риск получения проф. заболевания									

Таблица 2. Источники шума и вибрации

Источник шума	Уровень шума, дБ	Нормативное значение, дБ
Проходческий комбайн	86-100	80
Перфоратор	109	
Вентилятор местного проветривания	88	
Лебедка	85	
Отбойный молоток	83	
Породопогрузочная машина (ППМ)	105	
Источник общей вибрации	Уровень вибрации, дБ	Нормативное значение, дБ
Проходческий комбайн	115	112
Породопогрузочная машина (ППМ)	118	112
Источник локальной вибрации	Уровень вибрации, дБ	Нормативное значение, дБ
Перфоратор	130	126
Отбойный молоток	129	126

Разработка нечетких моделей оценки условий труда подземного персонала позволяет получить численную оценку профессионального риска. Математический аппарат нечеткой логики применяют как раз в тех случаях, когда имеющейся количественной информации недостаточно, либо она недостаточно полная для получения надежных статистически значимых выводов [3-5].

В частности, целесообразно использовать аппарат нечетких множеств, реализованный в системе компьютерного моделирования MATLAB [6], что позволяет разработать нечетко-множественную модель для оценки, анализа и визуализации показателей профессионального риска.

Система нечеткого логического вывода в общем случае включает в себя следующие этапы:

1. Фазификация (приведение к нечеткости). На этом этапе точное множество входных данных преобразуется в нечеткое множество, которое определяется с помощью функций принадлежности.
2. Построение базы правил нечетких продукций.
3. Композиция с использованием методов агрегирования.
4. Дефазификация (приведение к четкости). На этапе дефазификации исполнительный модуль нечеткой системы на основании многих нечетких выводов формирует однозначное решение по отношению ко входным переменным.

В качестве модели нечеткого вывода была использована модель Мамдани, а в качестве основного инструментального средства моделирования использовался пакет расширения Fuzzy Logic Toolbox среды компьютерной математики MATLAB, позволяющий создавать системы нечеткого логического вывода и нечеткой классификации.



## Результаты моделирования

На рисунке 1 представлен вид окна выбора параметров в редакторе FIS пакета расширения Fuzzy Logic Toolbox. На рисунках 2-4 приведены графики функций принадлежности для термов входных переменных «шум», «вибрация» ( $x$ ) и выходной переменной «заболеваемость» ( $y$ ). В выбранных обозначениях построены правила нечетких продукций (рисунок 5).

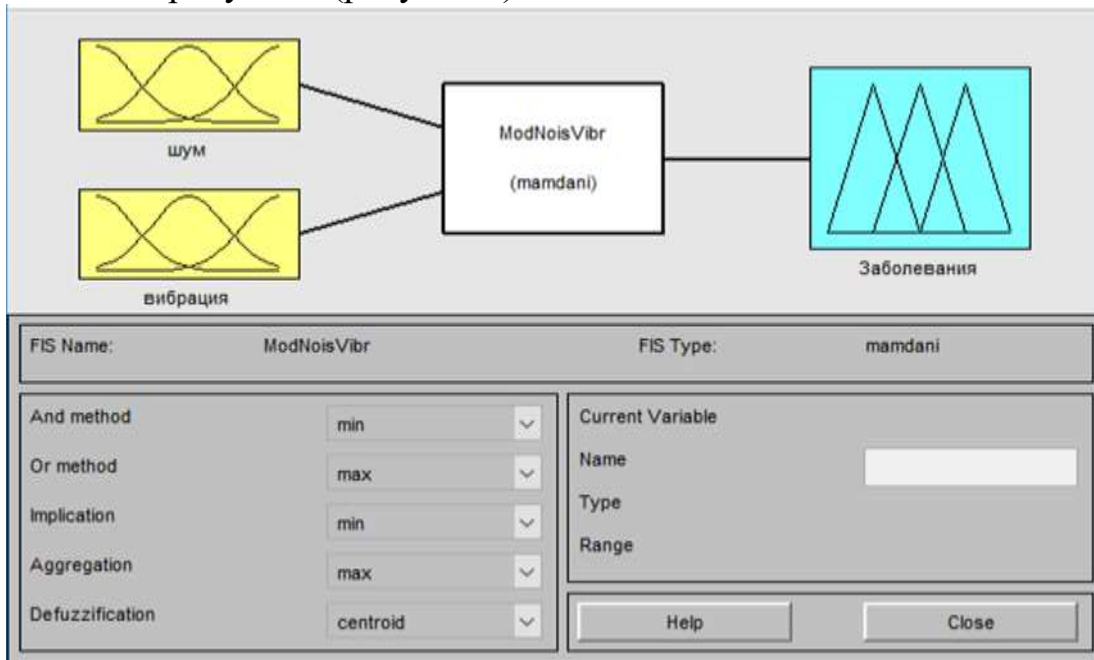


Рисунок 1. Вид окна выбора параметров в редакторе FIS пакета расширения Fuzzy Logic Toolbox

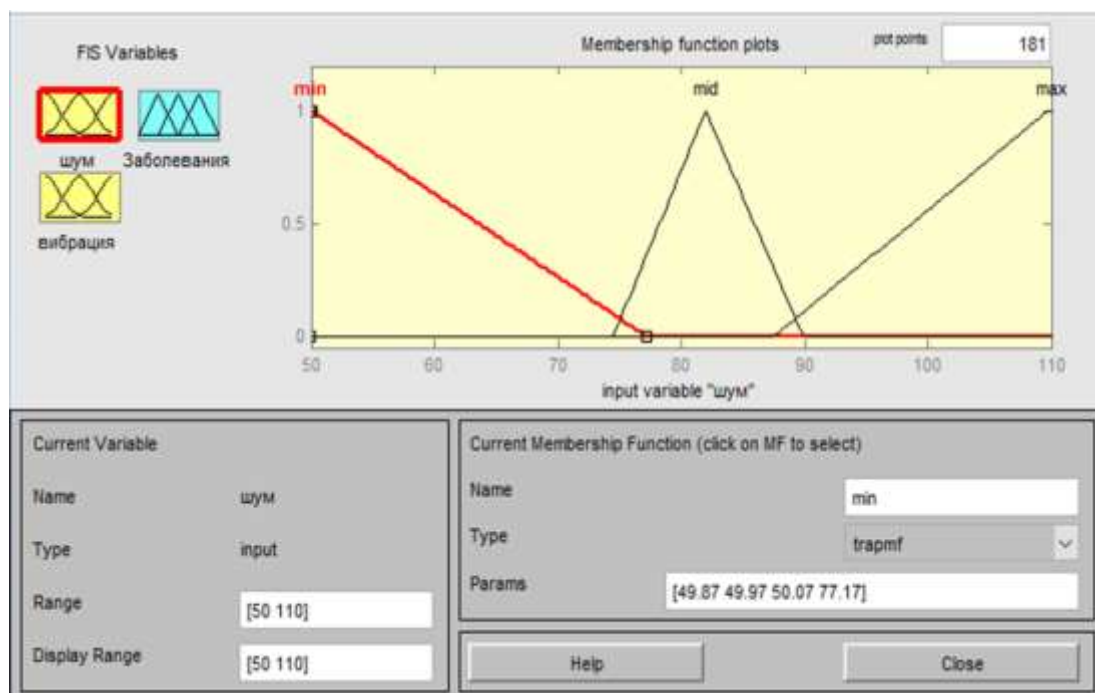


Рисунок 2. Вид функции принадлежности для шума в редакторе FIS

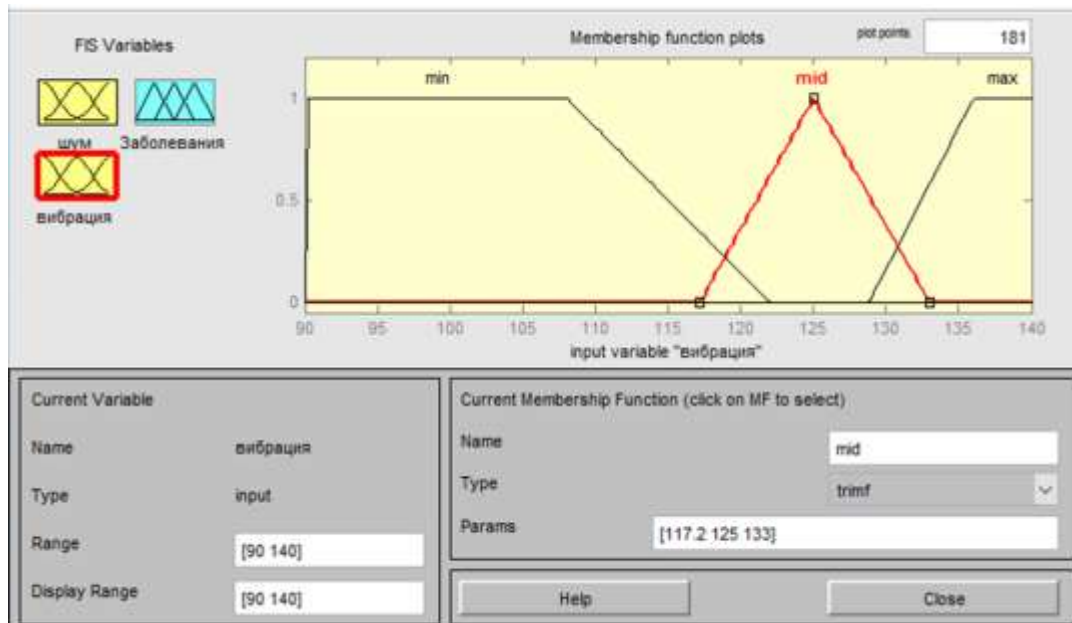


Рисунок 3. Вид функции принадлежности для вибрации в редакторе FIS

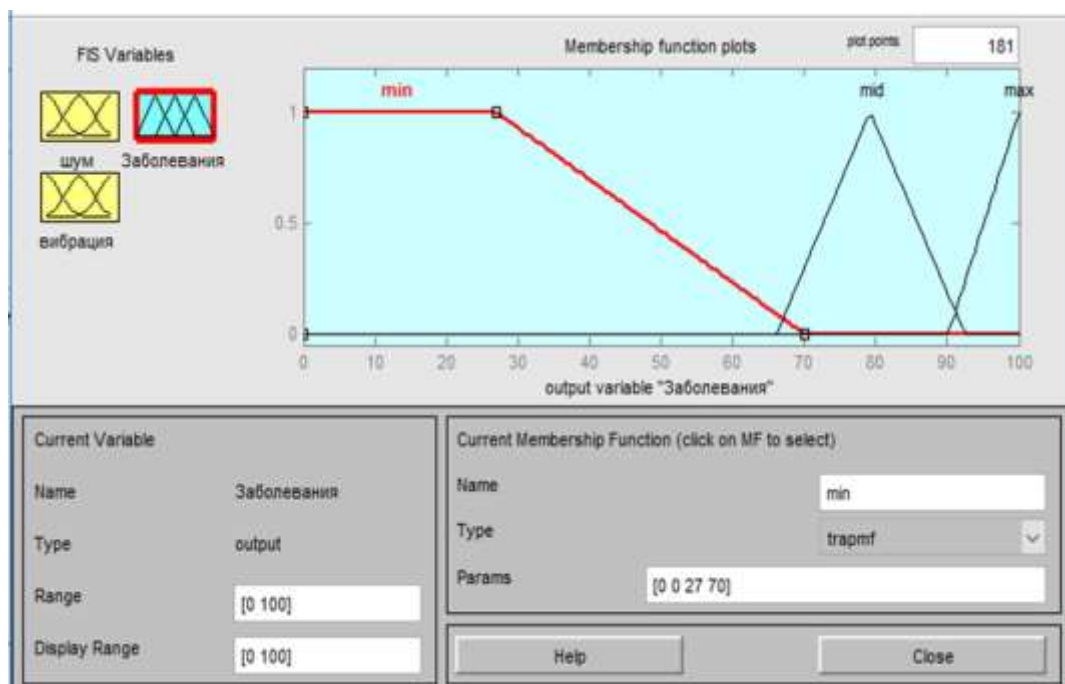


Рисунок 4. Вид функции принадлежности для выходного параметра в редакторе FIS

На рисунке 4 приведен вид программы просмотра нечеткого вывода в модели Мамдани для рассматриваемой задачи, где показано агрегирование нечетких правил при двух входных переменных «шум» и «вибрация».

Поскольку в качестве оператора агрегации используется оператор  $\max$ , а в качестве оператора импликации используется оператор  $\min$ , процедура получения нечеткого значения выхода является композицией  $\max$ - $\min$ .

После получения нечеткого выхода ( $y$ ) необходимо перейти к этапу дефазификации, на котором находится соответствующее ему четкое значение  $y_{out}$ . В качестве метода дефазификации был использован метод центра тяжести:

$$y_{out} = \sum_{i=1}^n y_i \mu(y_i) / \sum_{i=1}^n \mu(y_i),$$

где  $\mu(y_i)$  – функция принадлежности  $i$ -того правила, а  $n$  - число правил нечеткой продукции.

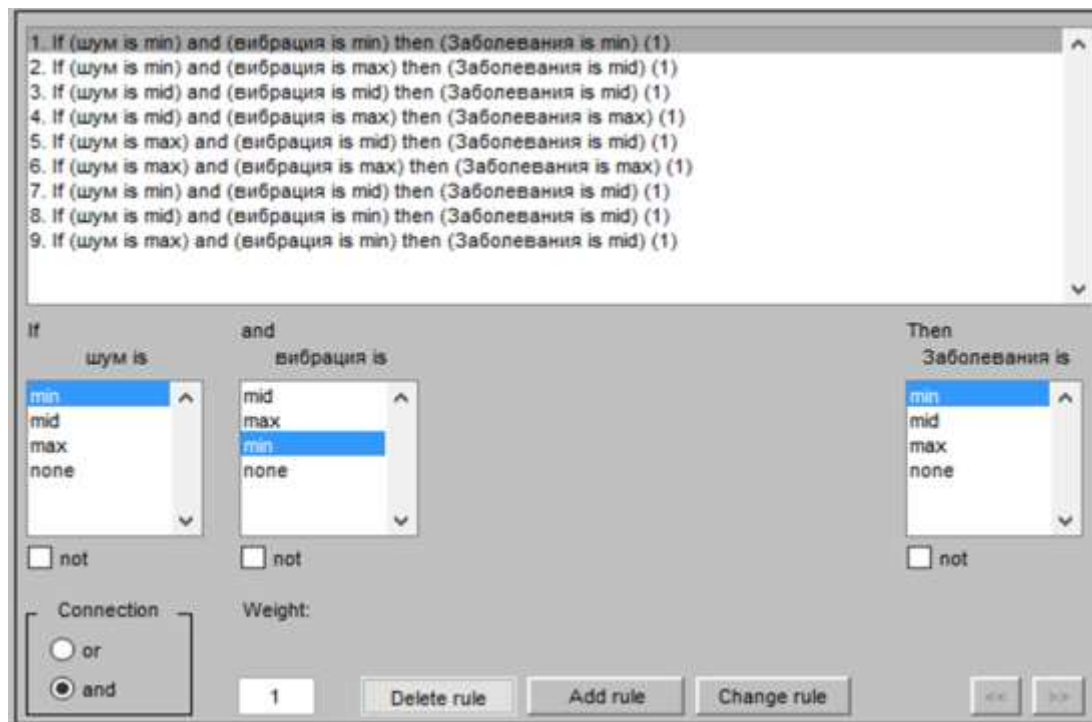


Рисунок 5. Вид окна установки продукционных правил в редакторе FIS

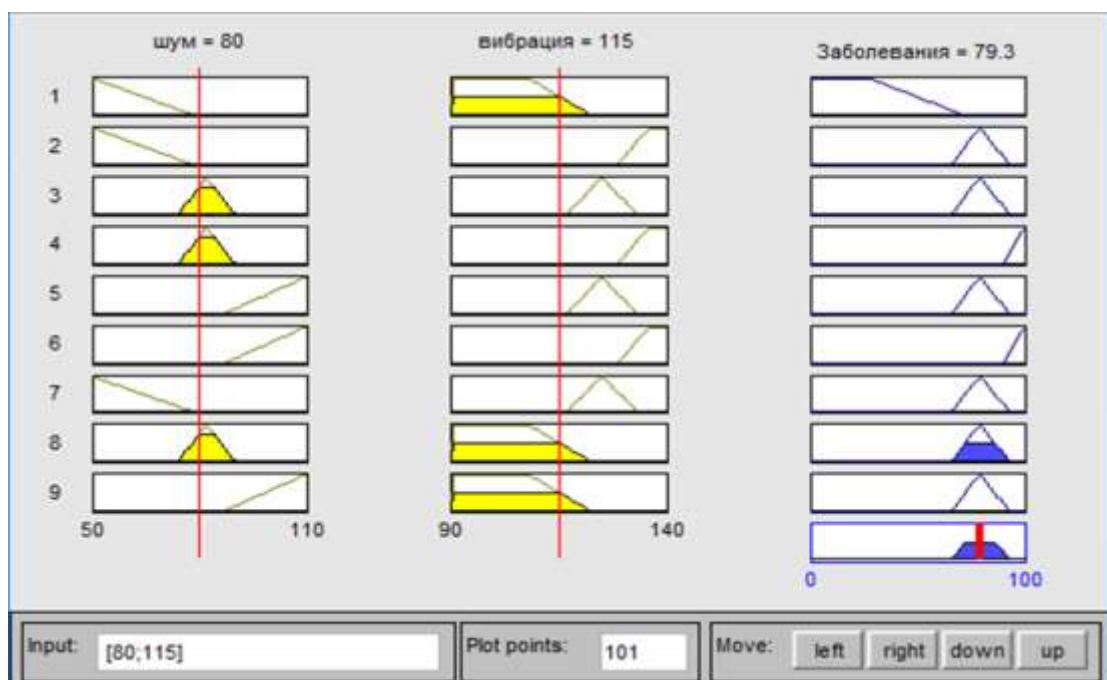


Рисунок 6. Вид программы просмотра нечеткого вывода Мамдани

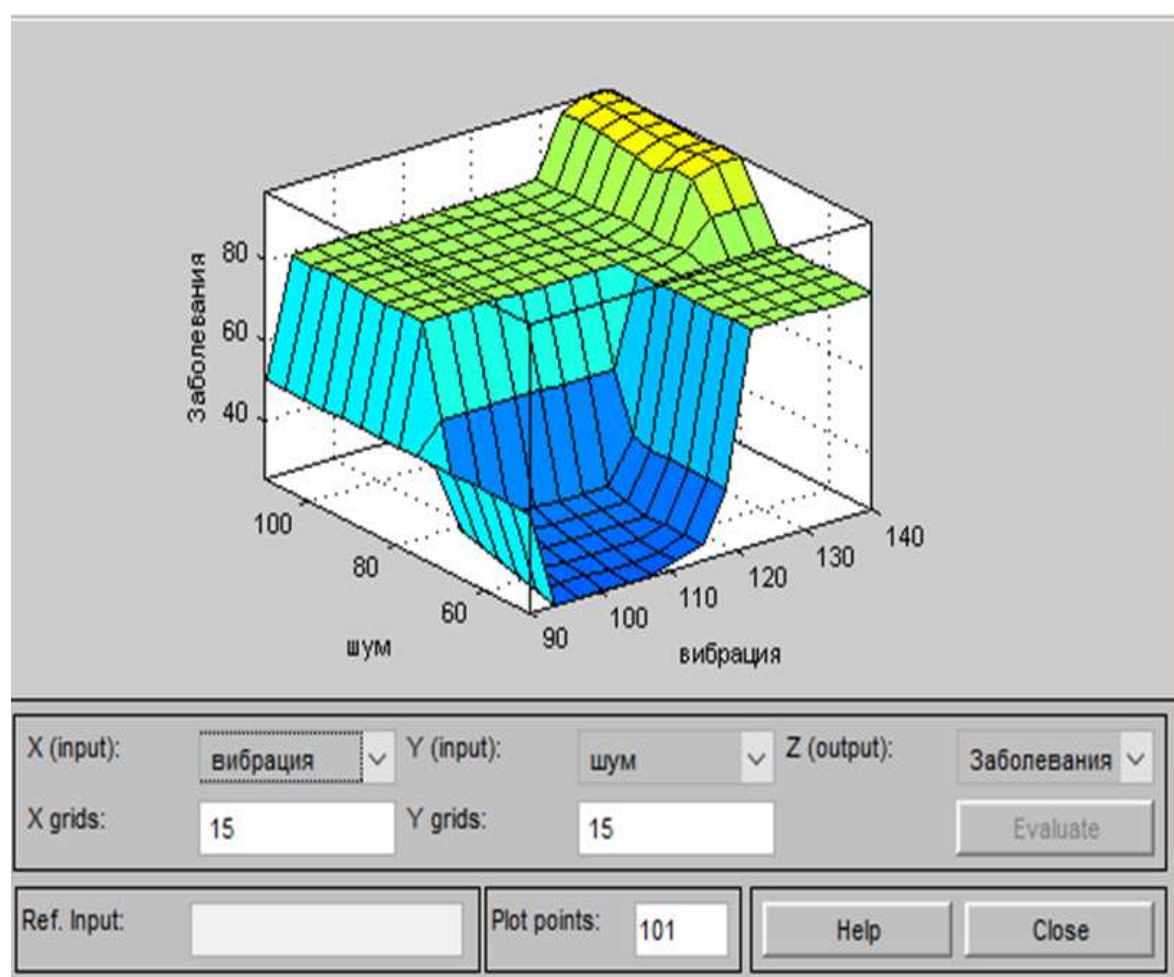
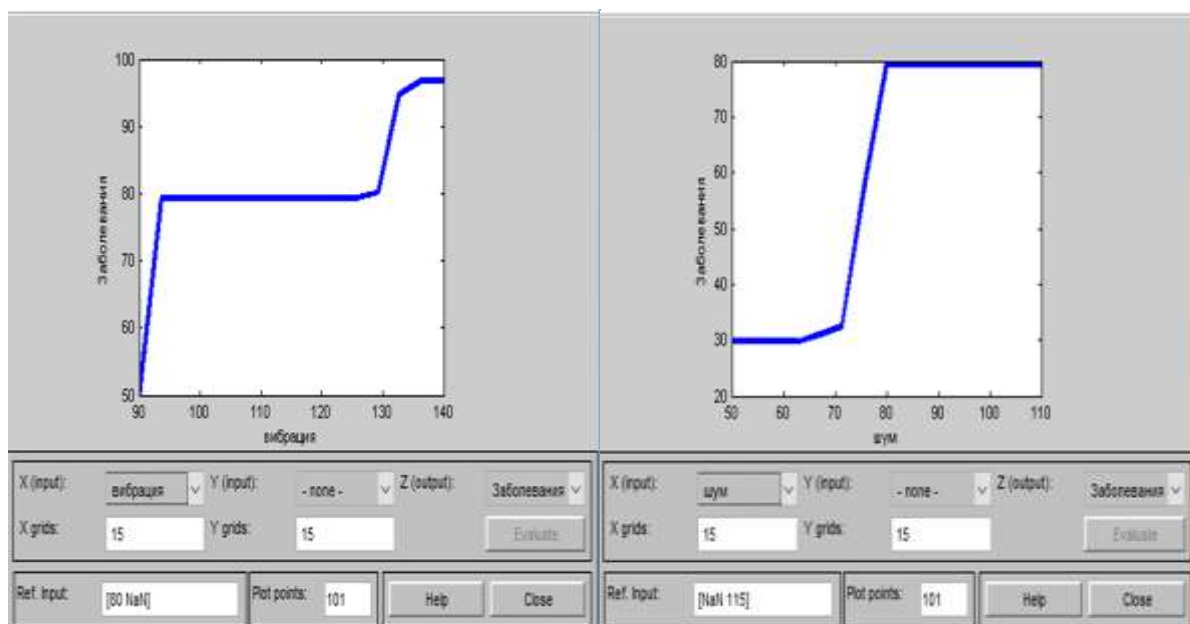


Рисунок 7. Поверхность нечеткого вывода для разработанной нечеткой модели



А)

Б)

Рисунок 8. Функции зависимости:

А) заболеваемость(вибрация); Б) заболеваемость (шум)

На рисунках 6-8 показаны программные решения поставленной задачи, в т.ч. поверхность нечеткого вывода для разработанной нечеткой модели. Этот вид служит для общей оценки адекватности построенной нечеткой модели, а также позволяет проанализировать влияние значений входных переменных, таких как «шум» и «вибрация» на значение выходной переменной «заболеваемость».

## Выводы

По проведенному исследованию можно сделать следующие выводы:

1. Разработана нечеткая модель влияния виброакустических факторов на основе модели Мамдани. Представлен пример учета уровня шума и вибрации на развитие заболеваний опорно-двигательного аппарата работников.
2. В интерактивном режиме выполнена разработка и визуализация системы нечеткого вывода решаемой задачи с использованием графических средств пакета расширения Fuzzy Logic Toolbox среды компьютерной математики MATLAB.
3. Разработанная модель может быть легко дополнена новыми показателями производственных факторов или же другими производственными факторами. (лингвистическими переменными) и новыми выходными параметрами (нечёткими правилами вывода) такими как вибрация общая и локальная, химический фактор, тяжесть и напряженность труда.

## Список использованных источников и литературы

1. Климова И. В., Смирнов Ю. Г. Применение методов нечеткого моделирования для установления связи между величиной индекса неканцерогенной опасности и заболеваемостью персонала // Физико-математическое моделирование систем : Материалы XVIII Междунар. семинара, Воронеж : ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет», 2017. Ч.1. – С.169-180.
2. Климова И. В., Смирнов Ю. Г. Применение нечеткого моделирования для прогнозирования заболеваемости персонала в результате воздействия условий труда // Mathematical Modeling. 2017, Т.1, № 2. – С.113-116.
3. Дилигенский Н. В., Дымова Л. Г., Севастьянов П. В. Нечеткое моделирование и многокритериальная оптимизация производственных систем в условиях неопределенности: технология, экономика, экология. М.: «Издательство Машиностроение-1», 2004. – 398 с.
4. Середа С. Н. Оценка экологического риска с помощью нечетких моделей // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности, 2013. № 3. – С. 15-20.
5. Тиндова М. Г. Нечёткая модель экономической оценки экологического ущерба // Экономика: вчера, сегодня, завтра, 2012. №3-4. – С. 129-139.
6. Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. С-Пб.: БХВ-Петербург, 2005. 736 с.

## List of references

1. Klimova I. V., Smirnov Yu.G. Application of fuzzy modeling methods to establish the relationship between the value of the non-carcinogenic hazard index and the incidence of personnel // Physical and mathematical modeling of systems: Proceedings of the XVIII Intern. seminar, Voronezh: Voronezh State Technical University, 2017. Part 1. – P.169-180.
2. Klimova, I.V., Smirnov, Yu.G. Application of fuzzy modeling to predict the disease of staff from exposure to working conditions // Mathematical Modeling. Vol. 1(2017, issue 2. – P. 113-116.
3. Diligensky N.V., Dymova L.G., Sevastyanov P.V. Fuzzy modeling and multicriteria optimization of production systems in conditions of uncertainty: technology, economics, ecology. M.: "Publishing house Mashinostroenie-1", 2004.398 p.
4. Sereda S.N. Assessment of environmental risk using fuzzy models // Mechanical engineering and safety, 2013. No. 3. – P. 15-20.
5. Tindova M.G. Fuzzy model of economic assessment of environmental damage // Economy: yesterday, today, tomorrow, 2012. № 3-4. – P.129-139.
6. Leonenkov A.V. Fuzzy modeling in MATLAB and fuzzyTECH. St. Petersburg: BHV-Petersburg, 2005. – 736 p.



# ПАРХОМ К. А., ШИЛОВА С. В. ПРИНЦИПЫ И ПОДХОДЫ РАЗРАБОТКИ МУНИЦИПАЛЬНЫХ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ «CITY GIS»

УДК 025.4.03, ВАК 05.13.18, ГРНТИ 20.23.27

Принципы и подходы разработки муниципальных геоинформационных систем на примере «City GIS»

Principles and approaches for the development of municipal geographic information systems on the example of "City GIS"

**К. А. Пархом, С. В. Шилова**

**K. A. Parkhom, S. V. Shilova**

Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта

Ukhta State Technical University, Ukhta

*В статье рассматриваются принципы и подходы по разработке автоматизированной системы обработки информации и управления муниципальной геоинформационной системой «City GIS». Изучена и описана предметная область, описаны принципы и подходы разработки геоинформационной системы, описаны результаты разработки программного продукта.*

*The article discusses the principles and approaches to the development of an automated system for information processing and management of the municipal geographic information system "City GIS". The subject area is studied and described, the principles and approaches of the development of a geoinformation system are described, results of the development of a software product are described.*

**Ключевые слова:** автоматизированная система, муниципальная геоинформационная система

**Keywords:** automated system, municipal geographic information system

## Введение

В настоящее время органы местного самоуправления муниципальных образований городских поселений создают и используют большие объёмы пространственных и атрибутивных данных, которые, как правило, локализованы и несогласованы между собой, что является одной из существенных причин несогласованности принимаемых решений по развитию территорий.

В основном, хранящаяся в муниципальных геоинформационных системах информация содержит данные о градообразующих и промышленных объектах, достоверные пространственные картографические данные хозяйственного имущества территории. Все объявленные атрибуты таких карт не имеют качественной оценки и настраиваемых свойств объектов, кроме этого не одна из имеющихся муниципальных геоинформационных систем (далее МГИС) не содержит информации о населении. Отсутствие таких данных приводит к неэффективному менеджменту управления. Совершенно очевидно, что в настоящее время Республика Коми и в частности администрация муниципального городского округа города Ухта (далее МОГО «Ухта») находится в сложной демографической ситуации, связанной с

миграционным оттоком за пределы региона, а также превышением смертности над рождаемостью. Изменение сложившейся ситуации может быть достигнуто путем улучшения инфраструктурных особенностей города, повышения информационной поддержки муниципального управления в таких сферах, как социально-экономическая сфера, архитектура и градостроительство, земельная политика, благоустройство, организация транспортной схемы и т.д.

Данные предпосылки обуславливают актуальность использования современных геоинформационных технологий, компонент инфраструктуры пространственных данных для создания информационных систем управления социально-экономическим развитием территорий органов местного самоуправления. Следует отметить адекватность данных систем характеру решаемых территориальных задач, а также возможность использования пространственных данных и единой цифровой модели территории, как системообразующего фактора для принятия решений, их фиксации и отображения последствий.

Разработка АИС «Автоматизированная система обработки информации и управления муниципальной геоинформационной системы «City GIS» позволит оперативно получать необходимую информацию о состоянии объектов города, контролировать работу градообразующих предприятий, обеспечивать мониторинг численности населения и обеспечить принятие наиболее обоснованных решений, что, в конечном счете, должно повысить уровень жизни населения.

### **Описание предметной области**

Данная система разрабатывалась для отдела муниципальных информационных систем и технической информации (далее МИС И ТИ), который создан с целью повышения качества и эффективности местного самоуправления за счет внедрения и использования в структурных подразделениях администрации МОГО «Ухта» информационных и коммуникационных технологий, повышения эффективности межведомственного информационного взаимодействия за счет внедрения электронного документооборота, повышения уровня открытости органов власти для населения за счет формирования и использования общедоступных электронных муниципальных информационных ресурсов, обеспечения защиты и безопасности электронной информации, используемых в целях местного самоуправления.

Отдел МИС и ТИ «МОГО «Ухта»» выполняет следующие функциональные задачи:

1. Создание и сопровождение муниципальных автоматизированных информационных систем, основанных на современных информационных технологиях сбора, хранения, обработки, передачи, пользования информационными ресурсами в целях эффективного информационного обеспечения деятельности администрации.
2. Разработка и поэтапная реализация перспективных планов создания и развития информационно-управленческой системы администрации с различными подсистемами.
3. Разработка и поэтапная реализация планов информатизации и компьютеризации отраслевых (функциональных) органов и структурных подразделений администрации.



4. Техническое обслуживание электронных муниципальных информационных ресурсов администрации.

Весь процесс работы отдела заключается в сопровождении административных ресурсов деятельности администрации в регламентирующей функциональной привязке к геоинформационному portalу Республики Коми.

Геоинформационный портал Республики Коми представляет собой комплекс картографических онлайн-сервисов, предоставляющий доступ заинтересованным пользователям к региональным ресурсам пространственных данных посредством информационно-телекоммуникационной сети Правительства РК и глобальной сети Интернет. Применяемые при создании Геопортала ГИС-технологии позволяют управлять распределенной пространственной, количественной и качественной информацией как общим информационным ресурсом, предоставлять аналитический сервис, обеспечивать оперативный поиск данных и обмен информации для неограниченного числа пользователей.

Информационные ресурсы Геопортала Республики Коми являются составной частью инфраструктуры пространственных данных Российской Федерации.

Геоportal ориентирован на решение отраслевых задач министерств и ведомств, информационное обеспечение основных направлений хозяйственной деятельности региона, создание общественно доступной коммуникативной среды по проблемам качества жизни и состояния окружающей среды.

Приоритетным направлением развития республиканской системы формирования и представления пространственных данных является оказание государственных и муниципальных услуг в электронном виде.

Основой Геопортала служит автоматизированная геоинформационная кадастровая система Республики Коми (АГИКС РК). Ресурсы АГИКС представляют собой уникальный, не имеющих аналогов в других субъектах РФ, консолидированный источник геопространственной информации как в части базовой ИПД на территорию Республики Коми, так и в отраслевых сферах.

В результате изучения предметной области было выявлено, что недочетом в имеющейся МГИС является отсутствие информации о населении, возможности определять свойства объектов и получать статистическую информацию по интересующим районам и объектам.

Таким образом, целью разработки предлагаемой системы является создание новой системы, которая будет включать:

- Сбор, хранение, анализ и графическую визуализацию пространственных данных и связанной с ними информации о представленных в ГИС объектах, позволяющие пользователям искать, анализировать и редактировать цифровые карты, а также дополнительную информацию об объектах, например высоту здания, его адрес и состояние.
- Ввод и редактирование картографических данных.
- Поддержку внешних обменных форматов наиболее популярных программных средств (например, GeoJSON).
- Возможность преобразования картографических проекций (например, Меркатора).

- Поддержку возможности использования различных систем географических координат (например, UTM – Universal Transverse Mercator).
- Поддержку (ввод, редактирование) атрибутивной информации в одном из форматов стандартной СУБД (MySQL).
- Отражение атрибутивной информации в текстовом виде на карте; выполнение картометрических операций, включая вычисление расстояний между объектами, длин линий, периметров и площадей полигональных объектов и др.
- Пространственный анализ размещения и пространственных отношений объектов (включая анализ зон видимости и др.).
- Осуществление элементарных математико-статистических преобразований (нормирование, группировки и т.д.), возможность их визуализации.
- Вывод информации о населении.
- Формирование статистических отчетов о выделенных атрибутивных объектах.
- Экспорт данных в Excel.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи:

- Ввод пространственных данных путем их импорта из существующих наборов данных или внешних источников данных (OSM).
- Преобразование данных, включая конвертацию из одного формата в другой (GeoJSON в пользовательский формат).
- Преобразование картографических проекций, изменение системы координат.
- Хранение, манипулирование и управление данными.
- Выполнение картометрических операций, включая вычисление расстояний между объектами, длин линий, периметров и площадей полигональных объектов и др.
- Пространственное моделирование, включая построение и анализ пространственных моделей.
- Визуализацию исходных и итоговых данных.
- Формирование и вывод данных, в том числе в картографической (графической) и табличной формах.

Система должна производить следующие статистические отчеты:

- Отчет объектов по выбранным критериям отраженные на активном слое.
- Отчет всех объектов по выбранным критериям.
- Отчет выборочных объектов по выбранным критериям.
- Отчет объектов по выбранным критериям попадающие под выделенный полигон.
- Отчет о населении города по выбранным критериям.
- Отчет о населении города по выбранным критериям и попадающих под выделенный полигон.

Система должна быть многопользовательской, чтобы каждый из сотрудников отдела МИС и ТИ мог размещать в ней свой набор данных и выполнять различные виды отчетов.

В качестве аналогов были рассмотрены такие продукты, как AutoCAD Map 3D, ArcGIS PRO, MapInfo Pro.

Проведенный анализ программных продуктов показал, что на данный момент на рынке существует достаточно функциональные и качественные системы подобного рода, однако данные аналоги имеют высокую стоимость как в эксплуатации системы (постоянное обновление лицензии), так и в ее покупке. Для полного функционирования систем потребуется докупать отдельные модули, что опять же увеличит общие затраты на разработку МГИС. Так же ни один из аналогов не дает возможности вести учет населения, что является одной из важных задач МГИС.

Учитывая все достоинства и недостатки было решено, что лучшим решением будет реализовать собственную систему.

### Проектирование системы

На стадии предпроектного обследования, основываясь на описании предметной области, была разработана функциональная модель системы «как будет» контекстного (**Ошибка! Источник ссылки не найден.**) и системного (**Ошибка! Источник ссылки не найден.**) уровней.

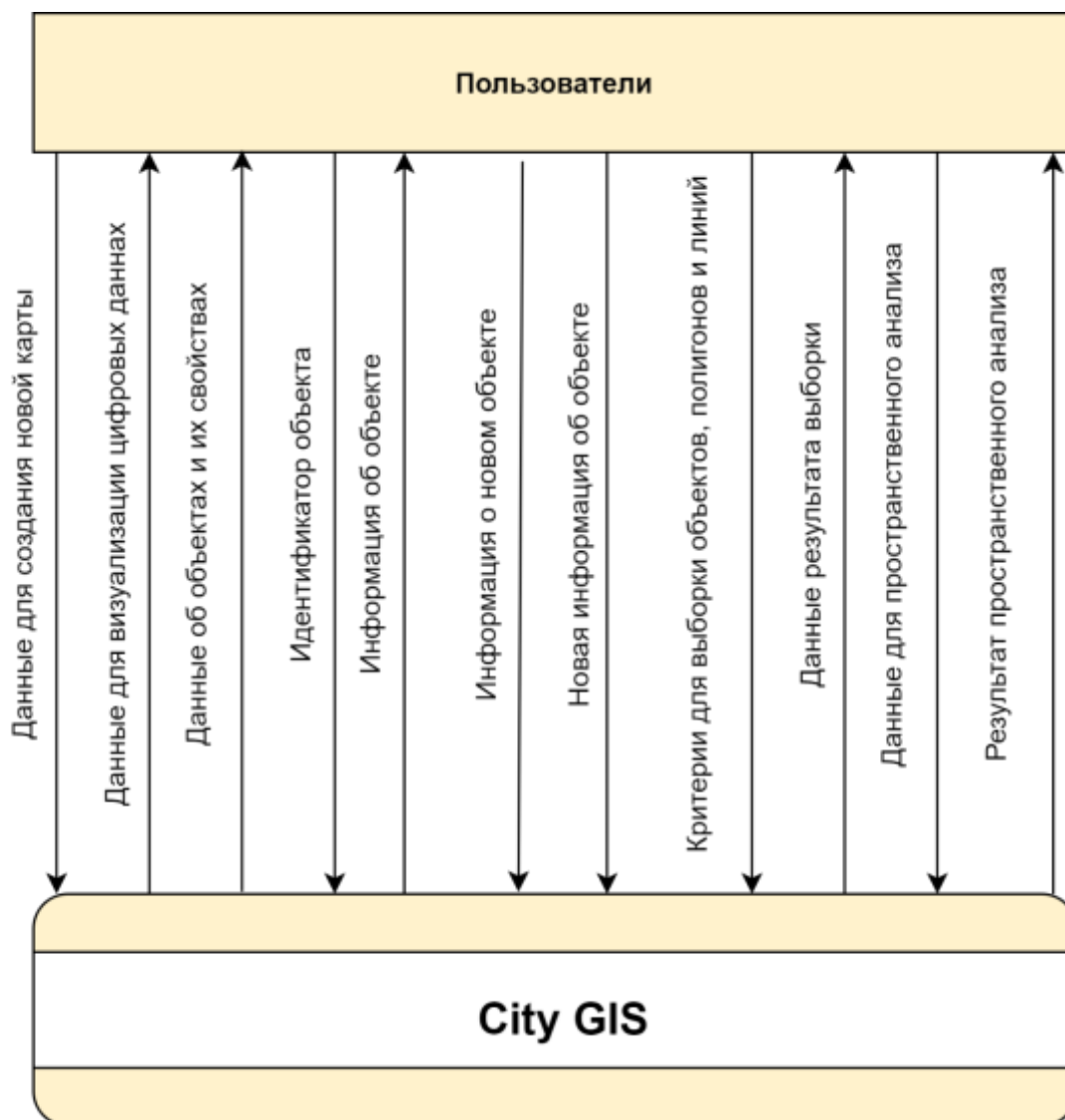


Рисунок 1. Функциональная модель уровня анализа «как будет» (контекстный уровень)

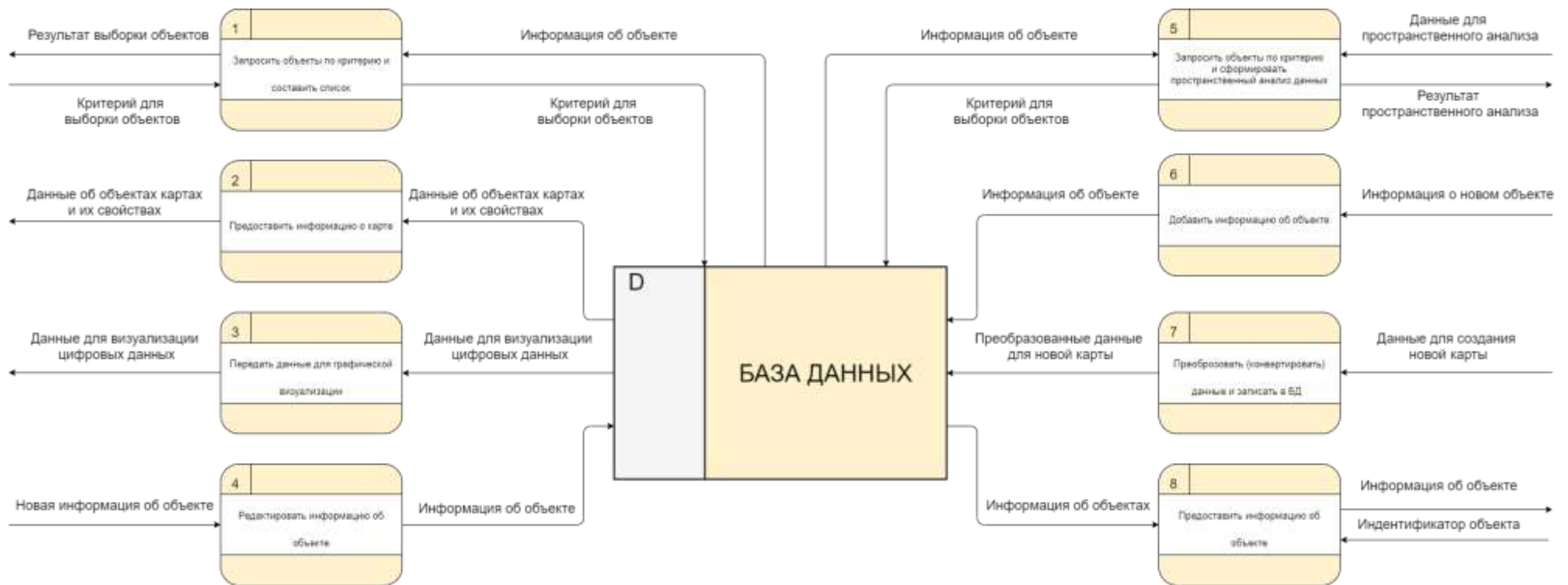


Рисунок 2. Функциональная модель уровня анализа «как будет» (системный уровень)

На системном уровне функциональной модели (**Ошибка! Источник ссылки не найден.**) представлены основные функции проектируемой системы, которые были определены требованиями предметной области.

В результате проектирования системы была построена логическая модель базы данных, которая включает в себя перечень сущностей, выделенных в ходе описания предметной области, их атрибуты, а также взаимосвязи между сущностями.

На стадии реализации базы данных на основе логической модели была построена физическая модель базы данных (Рисунок 3).

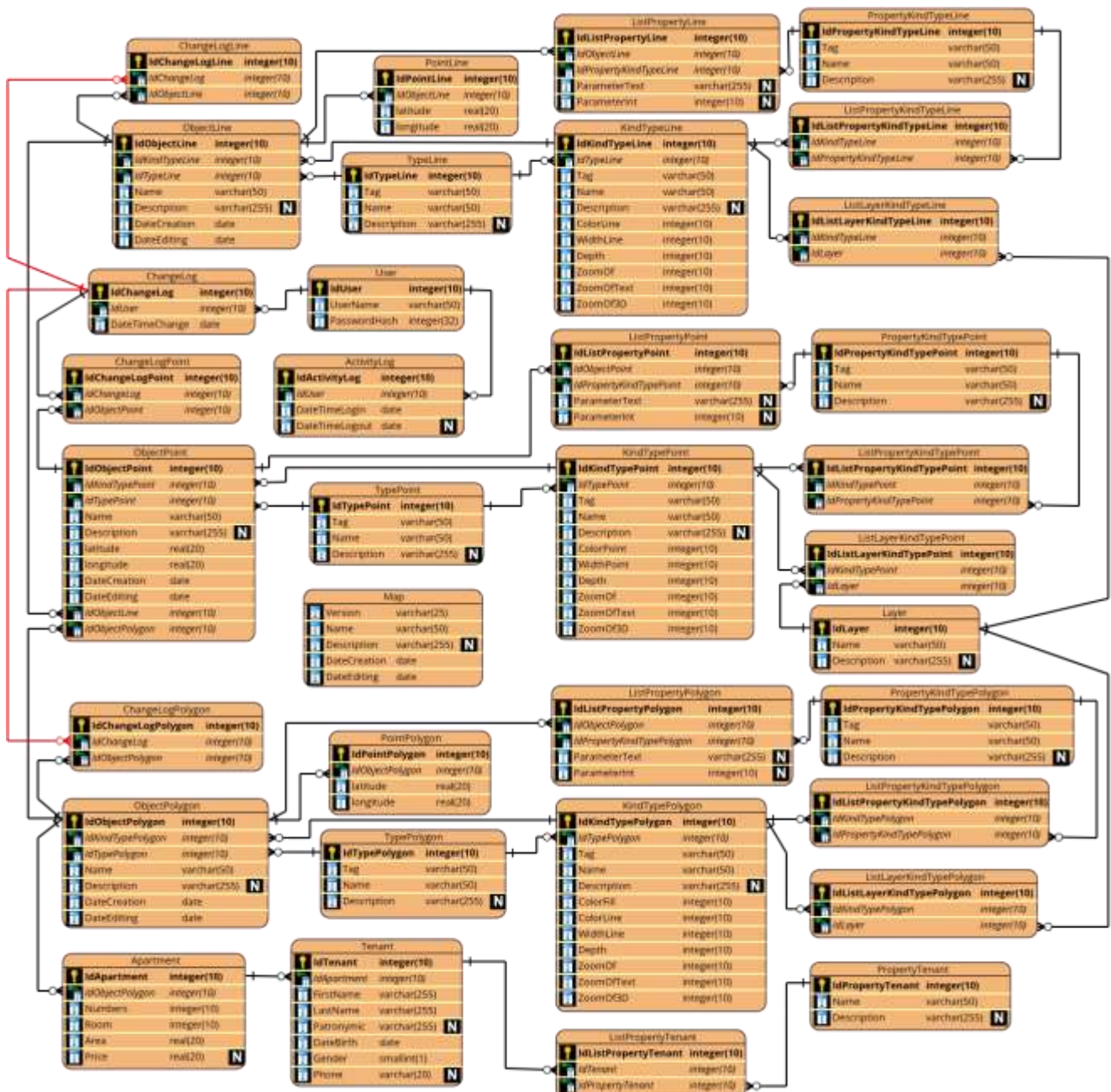


Рисунок 3. Физическая модель базы данных

Основой базы данных является информация об объектах местности и их свойствах, которые необходимы для формирования различных видов отчетности.

## Результаты разработки системы

В результате работы была разработана двухуровневая клиент-серверная автоматизированная система, согласно архитектуре «клиент сервер». Она основана на использовании только сервера баз данных, когда клиентская часть содержит уровень представления данных, а на сервере находится база данных вместе с СУБД и прикладными программами.

В качестве системы управления базой данных была выбрана СУБД «MySQL» корпорации Oracle, которая обладает большим количеством преимуществ перед другими системами, является одной из самых быстрых, высокопроизводительных и относительно простой в использовании СУБД, позволяет подключаться одновременно неограниченному количеству пользователей и снабжена развитой системой защиты от несанкционированного доступа.

Для работы с СУБД было выбрано программное обеспечение «Toad for MySQL» – это бесплатный инструмент разработки, который позволяет быстро и эффективно создавать, и выполнять запросы, автоматизировать управление объектами базы данных и разрабатывать код SQL.

В качестве среды разработки системы был выбран движок GameMaker Studio 2.

GameMaker Studio 2 — игровой движок, позволяющий разрабатывать ПО под множество платформ. Студия имеет свой язык программирования, но позволяет транслировать свой код в C++ и оптимизировать его.

Данный движок отлично подходит для работы с векторной графикой и имеет возможность подключения различных модулей и библиотек. Так же у разработчика имеется большой опыт работы с движком, что значительно ускорило разработку системы.

Перед началом работы, пользователь системы должен авторизоваться в ней (Рисунок 4).

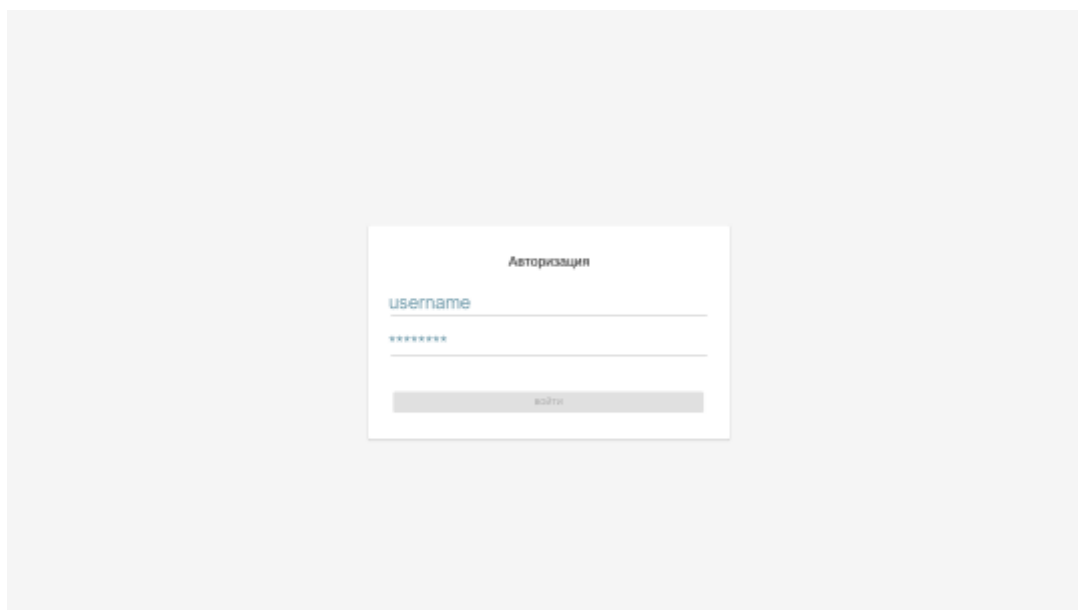


Рисунок 3. Окно «Авторизации»



После успешной авторизации пользователь попадает в главное меню программы (Рисунок 5).



Рисунок 4. Окно «Главное меню»

В данном окне расположена панель уже созданных проектов (которые можно пролистывать с помощью боковых кнопок) и инструмент для создания нового (Рисунок 6).



Рисунок 6. Форма «Новый проект»

После открытия выбранного проекта откроется окно «Карта» (Рисунок 7).



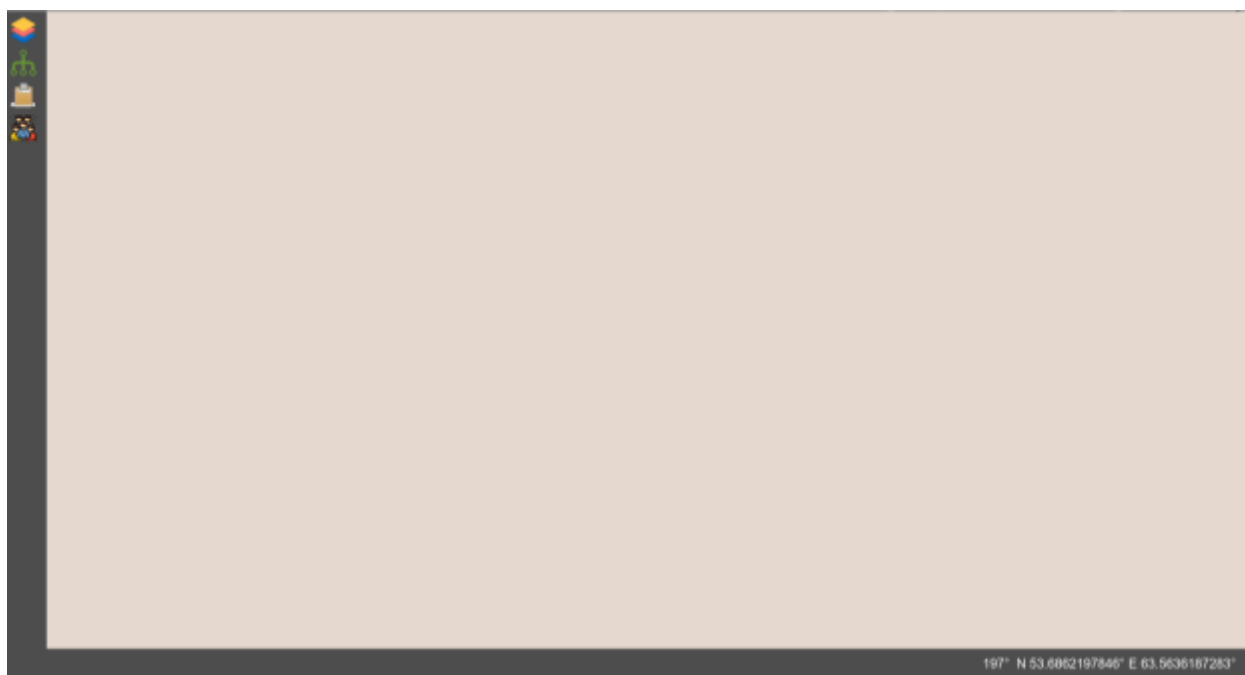


Рисунок 7. Окно «Карта»

Левое боковое меню содержит следующие кнопки: «Слой», «Редактор информации», «Анализ», «Анализ населения».

Первый пункт меню «Слой» (Рисунок 8), позволяет пользователю создать слой или изменить параметры уже существующего, выбрав необходимые виды объектов, который войдут в его состав. Все выбранные объекты отобразятся на экране.



Рисунок 8. Форма «Слой»

Второй пункт меню «Редактор информации» (Рисунок 9), позволяет пользователю создать или редактировать типы, виды, свойства и параметры объектов.

ТИПЫ ЛИНИЙ	ВИДЫ ТИПА	СВОЙСТВА ВИДА
Дорога	Автомобильная	Покрытие
Рельсовые пути	Важная	Состояние
Новый тип	Региональная	Улицы
ТИПЫ ПОЛИГОНА	Областная	Новое свойство
Здания	Более важная	
Энергетика	Местные	
Искус. сооружения	Жилые	
Места проведения досуга	Автомобильные съезды	
Инфраструктура, благоустройство	Важные съезды	
Землепользование, назначенные территории	Региональные съезды	
ТИПЫ ТОЧЕК	Областные съезды	
Брод	Более важные съезды	
Наивысшая точка	Служебные проезды	
Элементы дорог	Улицы	
Проезды	Автомобильная дорога	
Железнодорожные пути	Аварийная полоса	
Воздушный транспорт	Гонимый	
Энергетика	Возможная дорога	
Искусственные сооружения	Тротуар	
Места проведения досуга	Для верховой езды	
СПИСОК ТИПОВ	Пешеходные проходы	

Рисунок 9. Форма «Редактор информации»

Третий пункт меню «Анализ» (Рисунок 10), позволяет пользователю выполнить четыре вида пространственного анализа («Полигон», «Видимый», «Полный», «Выборочный»), выбрав интересующие его типы, виды, свойства и параметры объектов.

Анализ	ТИПЫ ЛИНИЙ	ВИДЫ ТИПА	СВОЙСТВА ВИДА	ВСЕ ПАРАМЕТРЫ
Полигон	Дорога	Областная	Покрытие	плохое
Видимый	ТИПЫ ПОЛИГОНА	Более важная	Состояние	идеально
Полный	Здания	Местные	Улицы	очень хорошее
Выборочный	Инфраструктура, благоустройство	Жилые		среднее
Сбалансировать	Места проведения досуга	Служебные проезды		очень плохое
	Землепользование, назначенные территории	Тротуар		ниже среднего
	ТИПЫ ТОЧЕК	Трасса		
	Элементы дорог	Пешеходные проходы		
	Инфраструктура/благоустройство			
	Проезды			
	Местные			
	Места проведения досуга			
	Энергетика			
	Объекты			
	СПИСОК ТИПОВ			

Рисунок 10. Форма «Анализ»

«Полный» – анализ всех объектов, не зависимо от того, расположены они на активном слое или нет (Рисунок 11).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	Id Объекта	Тип	Вид	Покрытие	Состояние	Улица	Точка А	Точка Б	Длина
2	13	Дорога	Жилые	asphalt	плохое	улица Бушуева	63.567771 53.698538	63.5676361 53.6984502	15.63
3	15	Дорога	Жилые	asphalt	плохое	улица Бушуева	63.5675979 53.6984126	63.5674375 53.6982435	19.72
4	21	Дорога	Жилые	asphalt	очень плохое	улица Бушуева	63.5660334 53.6978532	63.5655784 53.6983059	55.40
5	24	Дорога	Жилые	asphalt	ниже среднего	проспект Космонавтов	63.568931 53.6894587	63.5690296 53.6890688	22.22
6	30	Дорога	Жилые	asphalt	ниже среднего	проспект Космонавтов	63.5689486 53.6867263	63.5688901 53.6864018	17.35
7	31	Дорога	Жилые	asphalt	очень плохое	проспект Космонавтов	63.5688901 53.6864018	63.5687939 53.6858938	27.36
8	32	Дорога	Жилые	asphalt	ниже среднего	проспект Космонавтов	63.5687939 53.6858938	63.5687175 53.6855002	21.28
9	34	Дорога	Жилые	asphalt	очень плохое	проспект Космонавтов	63.5686693 53.6852334	63.5680374 53.6817397	186.86
10	237	Дорога	Жилые	asphalt	плохое	проезд Дружбы	63.5656486 53.6837163	63.5656965 53.6840278	16.33
11	239	Дорога	Жилые	asphalt	очень плохое	проезд Дружбы	63.565963 53.6852871	63.5661779 53.6859737	41.59
12	240	Дорога	Жилые	asphalt	очень плохое	проезд Дружбы	63.5661779 53.6859737	63.5664173 53.6871493	64.06
13	241	Дорога	Жилые	asphalt	очень плохое	проезд Дружбы	63.5664173 53.6871493	63.5664995 53.6876237	25.23
14	242	Дорога	Жилые	asphalt	ниже среднего	проезд Дружбы	63.5668655 53.6890303	63.5668076 53.6889273	8.22
15	243	Дорога	Жилые	asphalt	плохое	проезд Дружбы	63.5668076 53.6889273	63.5666665 53.6886767	20.02
16									

Рисунок 11. Результат «Полного» пространственного анализа

«Видимый» – анализ объектов, которые расположены на активном слое.

«Выборочный» – анализ объектов, которые выбрал пользователь.

«Полигон» – анализ объектов, которые попали под выделенную область. Для того, чтобы выполнить данный анализ, необходимо воспользоваться инструментом «полигон» (Рисунок 12).

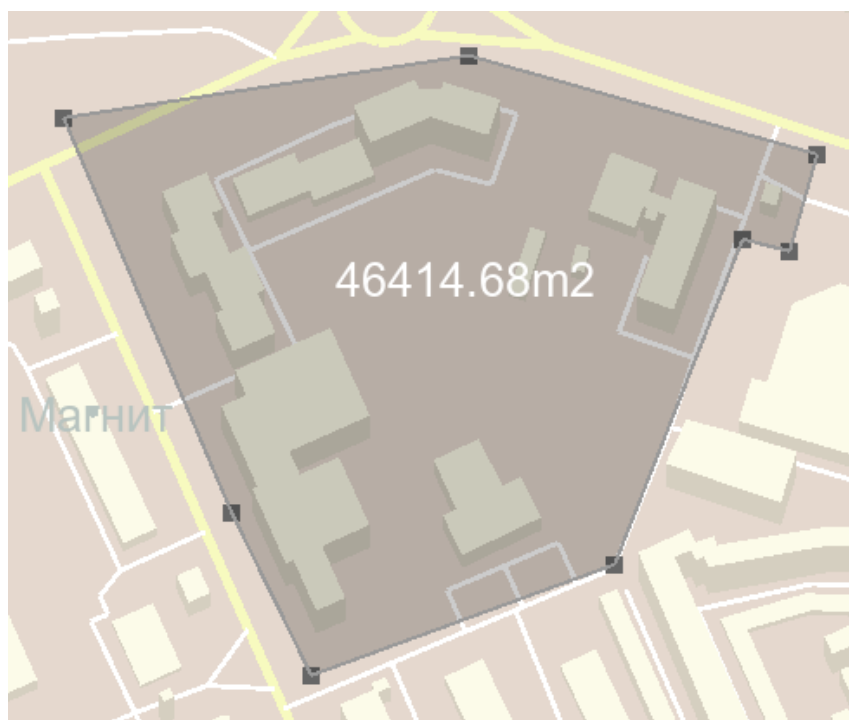


Рисунок 12. Инструмент «полигон»

Четвертый пункт меню «Анализ населения» (Рисунок 13), позволяет пользователю выполнить пространственный анализ, связанный с населением города («Полигон», «Полный»).

«Полный» – анализ всего населения.

«Полигон» – анализ населения (Рисунок 14), которое попало под выделенную область. Для того, чтобы выполнить данный анализ, необходимо воспользоваться инструментом «полигон» (Рисунок 12), показанный выше.



Рисунок 13. Форма «Анализ населения»

1	ФИО	Дата рождения	Пол	Город	Улица	Дом	Квартира	Телефон
2	Уваров Макар Севастьянович	25.03.1999	мужской	Ухта	Юбилейная улица	15	11	+7 (963) 691-46-35
3	Лаврентьев Константин Лаврентий	01.06.2001	мужской	Ухта	Юбилейная улица	15	12	+7 (963) 193-97-80
4	Федоров Герасим Емельянович	11.05.1998	мужской	Ухта	проезд Дружбы	16	1	+7 (915) 190-31-35
5	Калинин Виктор Игнатьевич	21.01.2001	мужской	Ухта	проезд Дружбы	16	3	+7 (988) 674-23-71
6	Калинин Прохор Арсеньевич	03.04.2001	мужской	Ухта	проезд Дружбы	16	8	+7 (912) 508-29-76
7	Белоусов Валерий Иванович	09.12.1993	мужской	Ухта	проезд Дружбы	16	12	+7 (972) 629-76-79
8	Белоусов Никита Семенович	27.02.1996	мужской	Ухта	проезд Дружбы	16	17	+7 (915) 691-71-37
9	Третьяков Филипп Германович	27.02.1998	мужской	Ухта	проезд Дружбы	16	22	+7 (929) 623-25-27
10	Шестаков Макар Трофимович	15.03.1999	мужской	Ухта	проезд Дружбы	16	26	+7 (922) 759-86-98
11	Никифоров Тимофей Адамович	24.01.1998	мужской	Ухта	Юбилейная улица	19	5	+7 (914) 334-81-82
12	Брагин Семен Тимофеевич	07.07.1999	мужской	Ухта	Юбилейная улица	19	7	+7 (983) 204-39-34
13	Титов Никита Ефимович	15.06.2000	мужской	Ухта	Юбилейная улица	19	12	+7 (978) 520-43-25
14	Шарапов Никифор Аркадьевич	11.08.1999	мужской	Ухта	Юбилейная улица	19	15	+7 (909) 562-45-36
15	Евсеев Петр Александрович	11.12.1993	мужской	Ухта	Юбилейная улица	19	24	+7 (913) 217-15-54
16	Бобылев Герасим Прохорович	20.08.1998	мужской	Ухта	Юбилейная улица	19	25	+7 (938) 720-19-25
17	Петухов Никифор Юринович	18.04.1995	мужской	Ухта	проезд Дружбы	21	4	+7 (952) 555-88-94
18	Матвеев Дмитрий Александрович	18.06.1995	мужской	Ухта	проезд Дружбы	21	4	+7 (967) 272-17-52
19	Кондратьев Павел Петрович	15.12.1997	мужской	Ухта	проезд Дружбы	21	11	+7 (931) 651-97-72
20	Герасимов Филипп Иванович	12.10.1999	мужской	Ухта	проезд Дружбы	21	15	+7 (950) 442-18-76
21	Савин Павел Тимофеевич	17.08.2001	мужской	Ухта	проезд Дружбы	19	1	+7 (952) 241-93-19
22	Белов Марк Трофимович	15.05.1997	мужской	Ухта	проезд Дружбы	19	10	+7 (936) 659-27-39
23	Михеев Захар Севастьянович	06.01.1998	мужской	Ухта	проезд Дружбы	19	14	+7 (978) 691-42-38

Рисунок 14. Результат анализа населения по выделенной области

На нижнем меню находится панель с отображением реальных координат курсора (Рисунок 15), а именно его широта и долгота. Рядом расположена панель, показывающая угол поворота камеры.

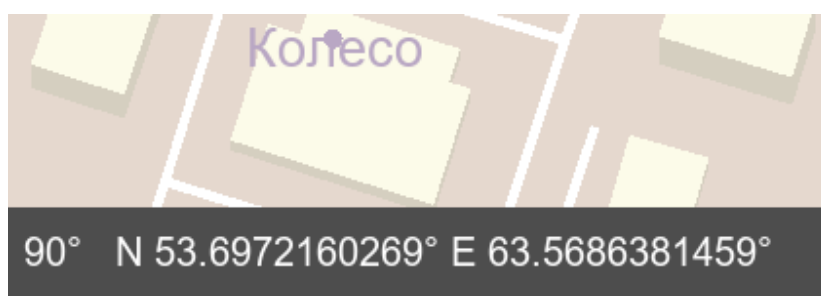


Рисунок 15. Широта и долгота курсора

На верхнем меню находится панель с инструментами: «Добавить объект полигон», «Добавить объект линия», «Добавить объект точка», «Измерить площадь и периметр», «Измерить длину» (Рисунок 16).



Рисунок 16. Панель инструментов

При клике по объекту можно получить информацию о нем (Рисунок 17), изменить его или поменять вид, свойство или параметры. Так же есть возможность изменить его геометрию (Рисунок 18).





Рисунок 17. Информацию о выбранном объекте

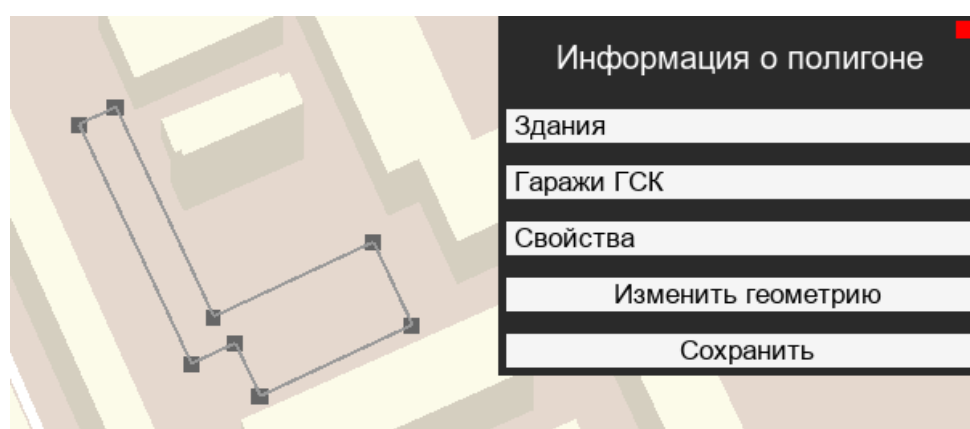


Рисунок 18. Изменение геометрии выбранного объекта

## Заключение

Рассмотренные принципы и подходы позволили разработать автоматизированную систему обработки информации и управления муниципальной геоинформационной системой «City GIS» на примере МОГО «Ухта». Изучена предметная область, выделен основной функционал системы.

В результате проведенного предпроектного обследования были исследованы основные процедуры работы геоинформационного портала, обслуживающего отделом МИС и ТИ «МОГО «Ухта»» и выявлены необходимые дополнительные функции, являющиеся недостатками, итогом чего, обоснована необходимость создания новой муниципальной геоинформационной системы в рамках ее прототипа. Выполнен обзор программных продуктов и выявлены недостатки существующих решений, построены функциональные модели в виде диаграмм потоков данных уровня «как будет», представляющие характеристику объекта разработки и сформировано техническое задание на создание системы.

В ходе разработки технического задания определена цель создания системы – разработка прототипа муниципальной геоинформационной системы, позволяющая оперативно получать необходимую информацию о состоянии

объектов города, контролировать работу градообразующих предприятий, обеспечивать мониторинг численности населения. Определены задачи системы и созданы необходимые требования для формирования отчетности для пользовательской системы.

Разработан технический проект, содержащий в себе характеристики информационной системы, входную и выходную информацию для пользователей, диаграммы потоков данных.

Разработана политика информационной безопасности. Система работает с конфиденциальными данными пользователей, поэтому был определен класс защищенности «1Г». Построена матрица доступа к системе и её ресурсам.

Спроектирована схема периметра безопасности. Составлен перечень угроз информационной безопасности, характеризующий степень влияния угроз на работоспособность системы. Были выработаны рекомендации по недопущению чрезвычайных ситуаций для системы.

Внедрение разработанной системы призвано обеспечить хранение больших объёмов пространственных и атрибутивных данных для повышения эффективности проведения мероприятий управленческих решений администрации муниципалитета. В настоящий момент система находится в своей активной начальной стадии функциональных разработок и имеет все предпосылки к развитию и усовершенствованию.

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

1. Автоматизированные системы. Защита от несанкционированного доступа к информации. Классификация автоматизированных систем и требования по защите информации. – Руководящий документ. Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/901817219> (Дата обращения: 07.05.2020).
2. ГОСТ 19.301 – 79. Информационная технология. Программа и методика испытаний. Требования к содержанию и оформлению.
3. ГОСТ 34.602 – 89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы.
4. ГОСТ 34.201 – 89. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем.
5. РД 50-34.698-90 автоматизированные системы требования к содержанию документов [https://www.prj-exp.ru/gost/rd\\_50-34-698-90.php](https://www.prj-exp.ru/gost/rd_50-34-698-90.php).
6. Раздел поддержки официального сайта case-средства visual paradigm [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.visualparadigm.com/support/> (Дата обращения: 14.04.2020).
7. ГОСТ 19.201-78. Техническое задание. Требования к содержанию и оформлению.
8. Руководство по ms sql server 2017 [Электронный ресурс] // Сайт о программировании «metanit». – Режим доступа: <https://metanit.com/> (Дата обращения: 21.05.2020).

## List of references

1. Automated systems. Unauthorized protection access to information. Classification of automated systems and information protection requirements. A guidance document. Electronic fund of legal and regulatory technical documentation, <http://docs.cntd.ru/document/901817219>, accessed 05/07/2020.
2. GOST 19.301 – 79. Information technology. Program and test procedure. Requirements for the content and design.
3. GOST 34.602 – 89. Information technology. Complex standards for automated systems. Terms of reference for the creation of an automated system.
4. GOST 34.201 - 89. Information technology. Complex standards for automated systems. Types, completeness and designation of documents when creating automated systems.
5. RD 50-34.698-90 automated systems requirements for the content of the documents [https://www.prj-exp.ru/gost/rd\\_50-34-698-90.php](https://www.prj-exp.ru/gost/rd_50-34-698-90.php).
6. Support section of the official website of the case-tool visual paradigm [electronic resource], <https://www.visualparadigm.com/support/>, accessed 04/14/2020.
7. GOST 19.201-78. Technical task. Content requirements and design.
8. Guide to ms sql server 2017 // Site about programming "metanit", <https://metanit.com/>, accessed 05/21/2020.

**КИРЬЯНОВ Д. А., КУДЕЛИН А. Г.**  
**МЕТОДИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ОЦЕНКИ КОЭФФИЦИЕНТА**  
**ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МОЩНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ**  
**ВЕТРОГЕНЕРАЦИИ НА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ ТЕРРИТОРИИ**  
**РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

*УДК 004:621.548, ВАК 05.13.18, ГРНТИ 50.41.25*

Методика и технология оценки коэффициента использования мощности и эффективности ветрогенерации на европейской части территории Российской Федерации

**Д. А. Кирьянов, А. Г. Куделин**

Ухтинский государственный  
технический университет, г. Ухта

*В статье рассматривается методика и технология оценки коэффициента использования установленной мощности и эффективности ветрогенерации, как части общей автоматизированной системы оценки эффективности ветрогенерации электроэнергии на территории Российской Федерации. Представлено исследование предметной области. Рассмотрены аналоги реализуемой подсистемы. Описаны результаты разработки проекта.*

**Ключевые слова:** Коэффициент использования установленной мощности, ветрогенератор, автоматизированная система

Methodology and technology for assessing the coefficient of power utilization and the efficiency of wind generation in the European part of the territory of the Russian Federation

**D. A. Kirianov, A. G. Kudelin**

Ukhta State Technical University, Ukhta

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

**Keywords:** Installed capacity utilization factor, wind turbine, automated system.

## **Введение**

В наше время основная часть электроэнергии производится на тепловых и атомных электростанциях. Высвобождение энергии происходит за счет процесса горения, что ухудшает экологию местности. Человечеству, рано или поздно, придётся переходить на возобновляемые источники энергии (ВИЭ), ведь ресурсы планеты не бесконечны, а экологическая обстановка с каждым годом становится всё хуже и хуже.

Одним из основных видов ВИЭ является ветроэнергетика. На территории Российской Федерации использование энергии ветра развито слабо, а количество реализованных проектов, в сравнении с западными странами, крайне мало [4].



Консалтинговая фирма «Flotten АВ» заинтересована в создании инструмента, позволяющего оценивать эффективность ветрогенерации на территории России для нахождения оптимальных точек установки ВЭС, исходя из ряда критериев:

- удобное местоположение станции;
- высокий ветряной потенциал;
- оборудование, которое будет выдавать наибольший коэффициент использования установленной мощности;
- экономически выгодное решение.

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

- картографическая подсистема;
- погодная подсистема;
- подсистема оценки коэффициента использования установленной мощности и эффективности ветрогенерации;
- подсистема оценки эффективной стоимости жизненного цикла ветрогенерации.

В данной статье описывается разработка подсистемы оценки коэффициента использования установленной мощности и эффективности ветрогенерации, как части автоматизированной системы «Оценки эффективности ветрогенерации электроэнергии на территории Российской Федерации» [5].

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

КИУМ напрямую зависит от мощностных характеристик ветрогенератора, то есть какую мощность будет выдавать турбина при определенной скорости ветра. Поэтому очень важным показателем при расчете КИУМ является высота башни ветрогенератора - именно на этой высоте ротор будет вращать лопасти ветрогенератора, вырабатывая электроэнергию. Соответственно, необходимо брать в расчет показания ветра на той высоте, на которой находится ротор ветрогенератора. Чем выше расстояние от земли, тем выше скорость ветра, следовательно, больше мощности будет производить ветрогенератор.

Для моделирования прихода ветровой энергии в заданном районе необходимо знать распределение скоростей ветра во времени, по грациям и по высоте. Данные об изменении ветра в течении года берутся из погодной подсистемы, с помощью которых строятся диаграммы экспериментального распределения и плотности распределения ветра по часам в течении суток и на высотах пятнадцать, тридцать, пятьдесят, семьдесят пять и сто метров. Так как высоты башен ветрогенераторов могут находиться в промежутках от пятнадцати до ста метров или выше, необходимо рассчитывать процентное соотношение необходимой высоты и меньшей доступной для точного расчета КИУМ.

Подсистема производит расчет средней выработки электроэнергии и КИУМ по часам в течении суток для последующего расчета выручки от продажи электроэнергии по заданным тарифам в подсистеме оценки эффективной стоимости жизненного цикла генерации электроэнергии.

В конечном итоге, получив необходимый результат, можно сделать вывод о правильности установки ветрогенератора в заданной области.

### Описание предметной области

Рассмотрим методику для расчета коэффициента использования установленной мощности ветрогенераторов [3]:

Для ветроэнергетических установок важнейшими параметрами являются: мощность ВЭУ, диаметр ротора ветроколеса, коэффициент использования мощности, тип и параметры генератора и рабочая характеристика ВЭУ.

Для выполнения расчета обеспеченности мощности ветроустановок необходимы: рабочая характеристика ВЭУ и распределение скорости ветра на высоте оси ротора.

Энергию ветрового потока можно подсчитать, если воспользоваться выражением для кинетической энергии тела:

$$E = m \cdot \frac{v^2}{2} = \rho \cdot W \cdot \frac{v^2}{2},$$

где  $E$  – энергия ветрового потока;  
 $m$  – масса тела;  
 $v$  – скорость тела;  
 $\rho$  – плотность воздуха;  
 $W$  – масса воздушного потока.

Тогда мощность ветрового потока вычисляется по формуле:

$$N_{\Pi} = \rho \cdot Q \cdot t \cdot \frac{v^2}{2 \cdot t} = \rho \cdot F \cdot \frac{v^3}{2},$$

где  $N_{\Pi}$  – мощность ветрового потока;  
 $t$  – единица времени;  
 $F$  – площадь, через которую проходит ветряной поток;  
 $Q$  – расход.

Мощность ветроустановки отличается от мощности ветрового потока, проходящего через ветроколесо, коэффициентом использования ветровой энергией  $C$ :

$$N_{\alpha} = C \cdot \rho \cdot F_{\alpha} \cdot \frac{v^3}{2},$$

где  $N_{\alpha}$  – мощность ветроустановки;

$C$  – коэффициент использования ветровой энергии;

$F_\alpha$  – ометаемая площадь ветроколеса ВЭУ.

Величина  $C$  определяется произведением:

$$C = C_p \cdot \eta_G \cdot \eta_M,$$

где  $C_p$  – коэффициент использования энергии ветрового потока ветроколесом;

$\eta_G$  и  $\eta_M$  – коэффициенты полезного действия соответственно генератора и мультипликатора.

Для подсчета мощности и выработки энергии ветроустановкой используются данные наблюдений за скоростями ветра, берущиеся из погодной подсистемы. Эти данные могут быть пересчитаны и представлены в виде кривой обеспеченности.

Используя формулу, приведенную выше, подсчитывают мощности ветрового потока и строят график обеспеченности его мощности (Рисунок 5). Площадь графика представляет собой годовую энергию ветра.

При определении основных энергетических параметров определенного ВЭУ кроме ветровых данных о ветропотенциале необходима рабочая характеристика этой ветроустановки (Рисунок 6). Из них видно, что различные типы ВЭУ имеют разные мощности, а кроме того, ветроустановки отличаются начальной, номинальной и максимальной скоростями ветра.

По кривой обеспеченности ветра для данной местности и рабочей характеристике конкретной ВЭУ, рассчитывают график обеспеченности мощности ВЭУ (Рисунок 7).

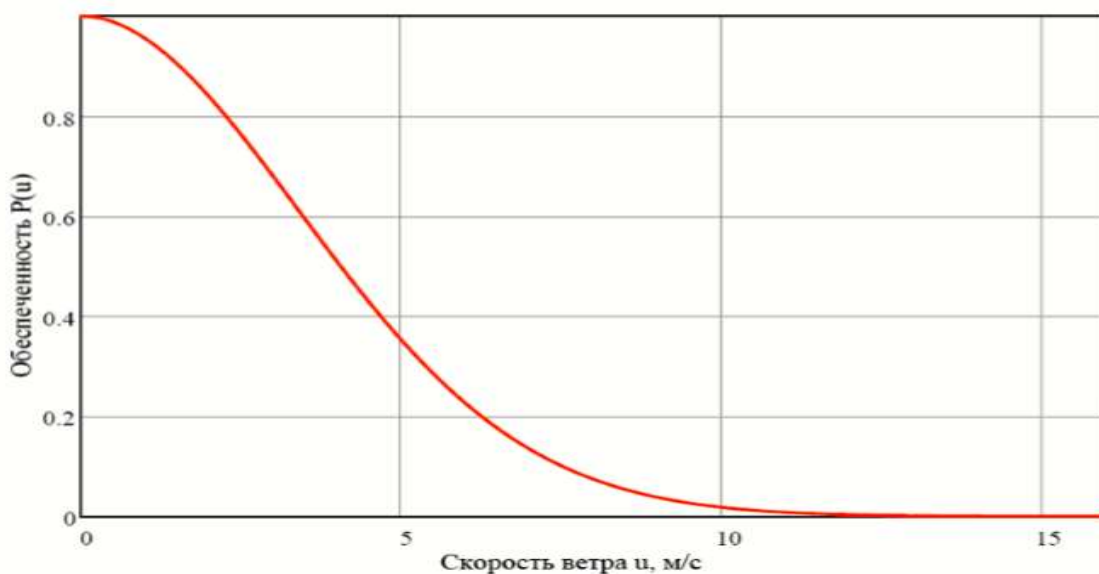


Рисунок 5. Вид кривой обеспеченности скорости ветра

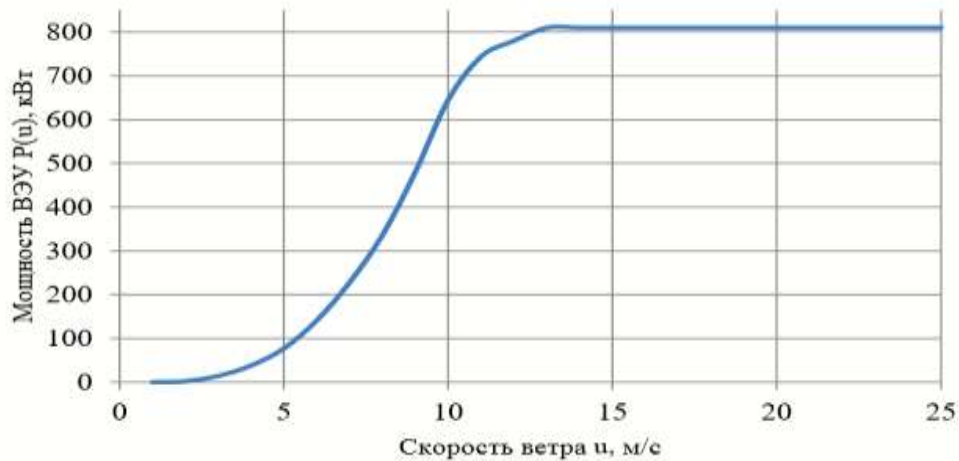


Рисунок 6. Вид характеристики мощности ВЭУ Enercon E52

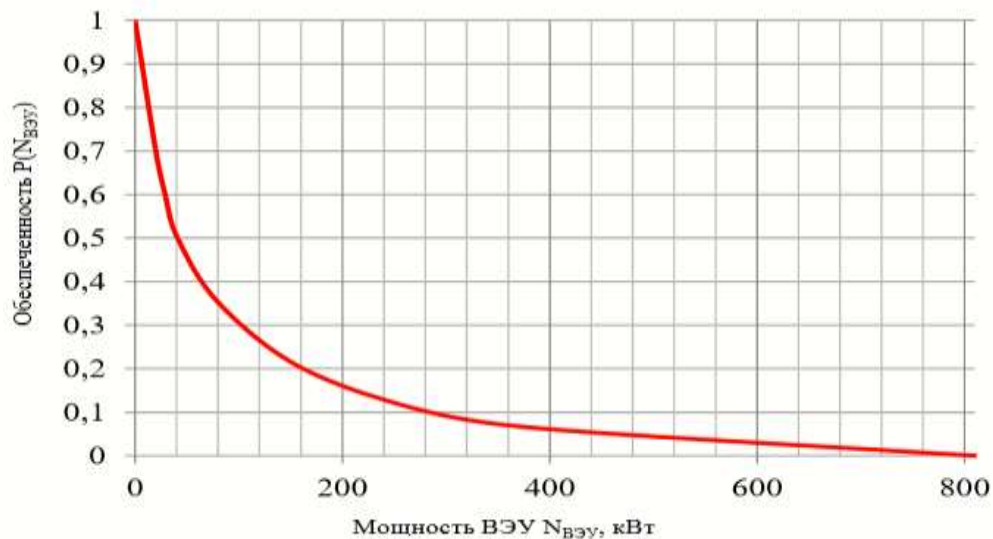


Рисунок 7. Кривая обеспеченности мощности ВЭУ

Площадь под графиком определит величину среднегодовой выработки ВЭУ. Таким образом:

$$\mathcal{E}_{ВЭУ} = 8760 \int_0^1 N(P) \square dP,$$

где  $\mathcal{E}_{ВЭУ}$  – среднегодовая выработка ВЭУ;

$N(P)$  – мощность ветряного потока;

$dP$  – мощность ВЭУ, в зависимости от скорости ветра.

На выработку электроэнергии ветроустановками, а, следовательно, и на их экономическую эффективность, существенное влияние оказывают:

- ветровые характеристики местности;
- применяемый тип ВЭУ и его конструктивное исполнение;
- рабочая характеристика ветроустановки;
- используемое электрическое оборудование ВЭУ.

При использовании ветровой энергии общим методическим подходом является путь исследования закономерной и стохастической изменчивости во времени на основе прежде всего натурных наблюдений за ветром. Распределение Вейбулла–Гудрича следует признать наиболее универсальным и общепризнанным:

$$F(v) = k \frac{v^{k-1}}{A^k} e^{-\left(\frac{v}{A}\right)^k},$$

где  $F(v)$  – повторяемость скорости  $v$ ;

$v$  – скорость, относительная повторяемость которой определяется в интервале от  $(v - \Delta v / 2)$  до  $(v + \Delta v / 2)$ ;

$k$  – параметр формы (зависит от района местности);

$A$  – параметр масштаба (зависит от средней скорости ветра,  $A \sim 1,13v$ ).

Для моделирования прихода ветровой энергии в заданном районе необходимо знать распределение скоростей ветра во времени, по грациям и по высоте с помощью распределения Вейбулла (Рисунок 8).

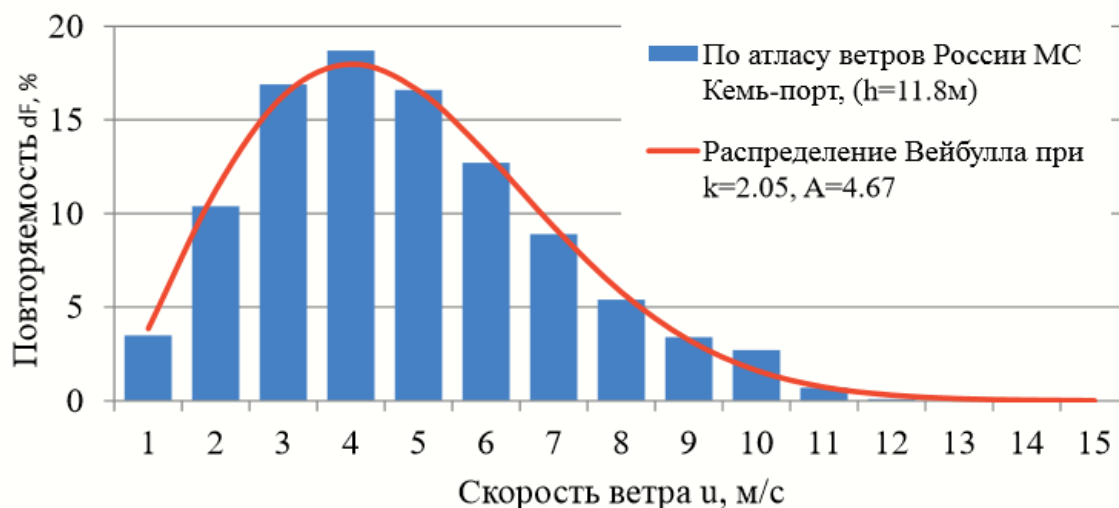


Рисунок 8. Распределение скорости ветра по грациям

Моделирование энергии ветрового потока чаще всего производят на основании данных скоростного режима и характеристик распределения (повторяемости) скорости ветра во времени. Учитывая, что скорость ветра является случайной функцией, мощность ветрового потока может быть определена из выражения:

$$N_{ВП} = 0,613 \int_0^{v_{\max}} v^3 f(v) d(v),$$

где  $v$  – скорость ветра;

$f(v)$  – дифференциальная повторяемость скорости ветра по грациям.

Исходя из распределения плотности технических ветроэнергетических ресурсов на заданной территории региона с площадью участков, отводимых для строительства ВЭС, нетрудно определить технические ветроэнергетические ресурсы (технический ветроэнергетический потенциал) этого региона:

$$N_{ВП} = \int_S \mathcal{E}_{y\partial} dS,$$

где  $N_{ВП}$  – технический ветроэнергетический потенциал;  
 $S$  – площадь для строительства ВЭС;  
 $\mathcal{E}_{y\partial}$  – плотность технических ветроэнергетических ресурсов.

При обзоре аналогов подсистемы главными задачами являлись сравнение постановок задач, лежащих в основе, разрабатываемой и оцениваемых в качестве аналогов систем, а также выявление полезных функций, не вошедших в постановку задачи на разработку подсистемы. Разрабатываемая подсистема является инструментом, выполняющим расчет коэффициента использования установленной мощности ветрогенератора в заданной области.

По результатам изучения системы-аналога Helios House.ru, рассчитывающий выработку электроэнергии ветрогенератора на определенной области, был сделан вывод, что система не имеет достаточного функционала, который удовлетворял бы требованиям на разработку подсистемы [2]. Соответственно, можно сделать вывод, что на данный момент, разрабатываемая подсистема не имеет аналогов. Также подсистема является частью автоматизированной системы, что делает внедрение сторонних решений невозможным, так как все подсистемы взаимодействуют между собой.

На стадии предпроектного обследования, основываясь на описании предметной области, была разработана контекстная диаграмма «как будет» первого уровня (**Ошибка! Источник ссылки не найден.**). При её декомпозиции были построены более детализированные диаграммы потоков данных второго (**Ошибка! Источник ссылки не найден.**) и третьего уровней (Рисунок 10 **Ошибка! Источник ссылки не найден.**).

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

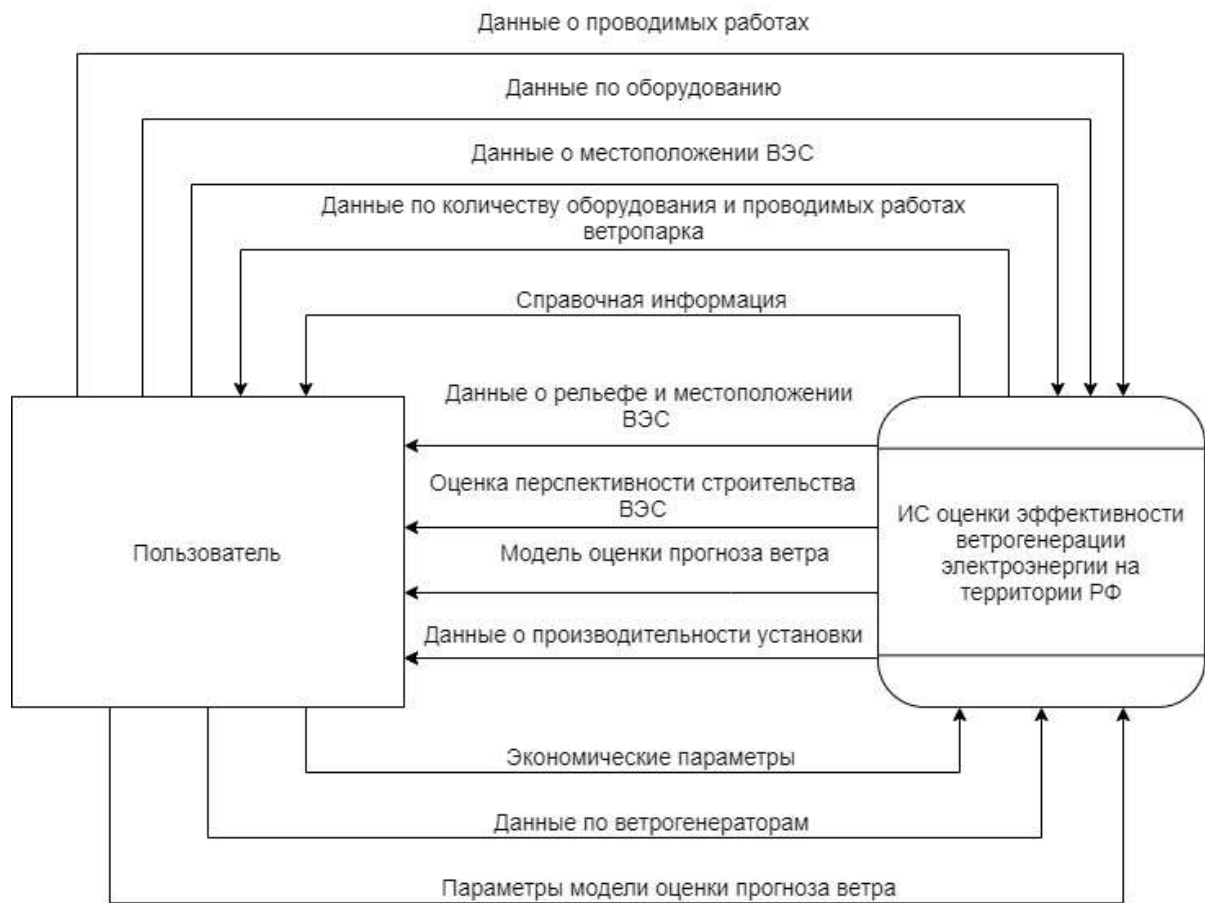


Рисунок 9. Функциональная модель уровня анализа «как будет» (первый уровень)

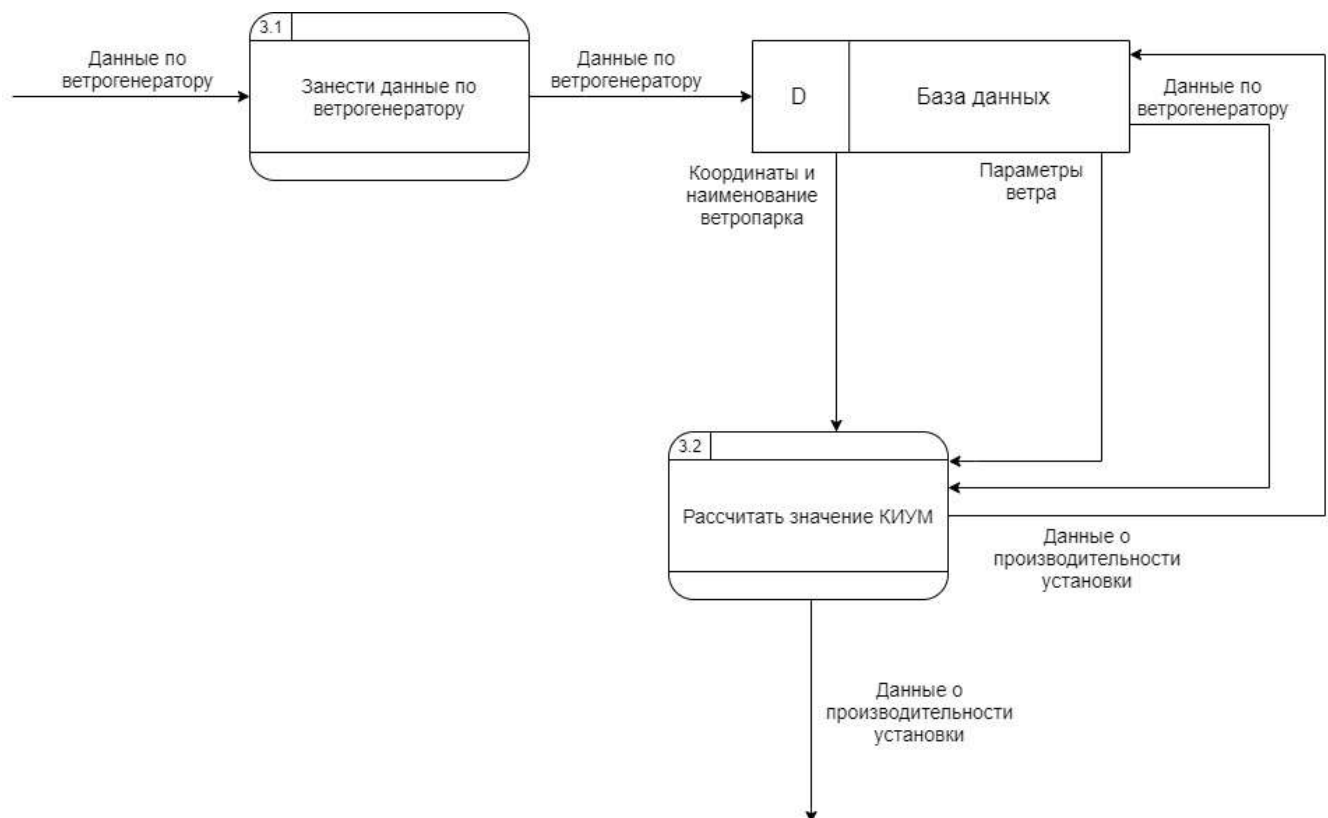


Рисунок 10. Декомпозиция подсистемы КИУМ (третий уровень)

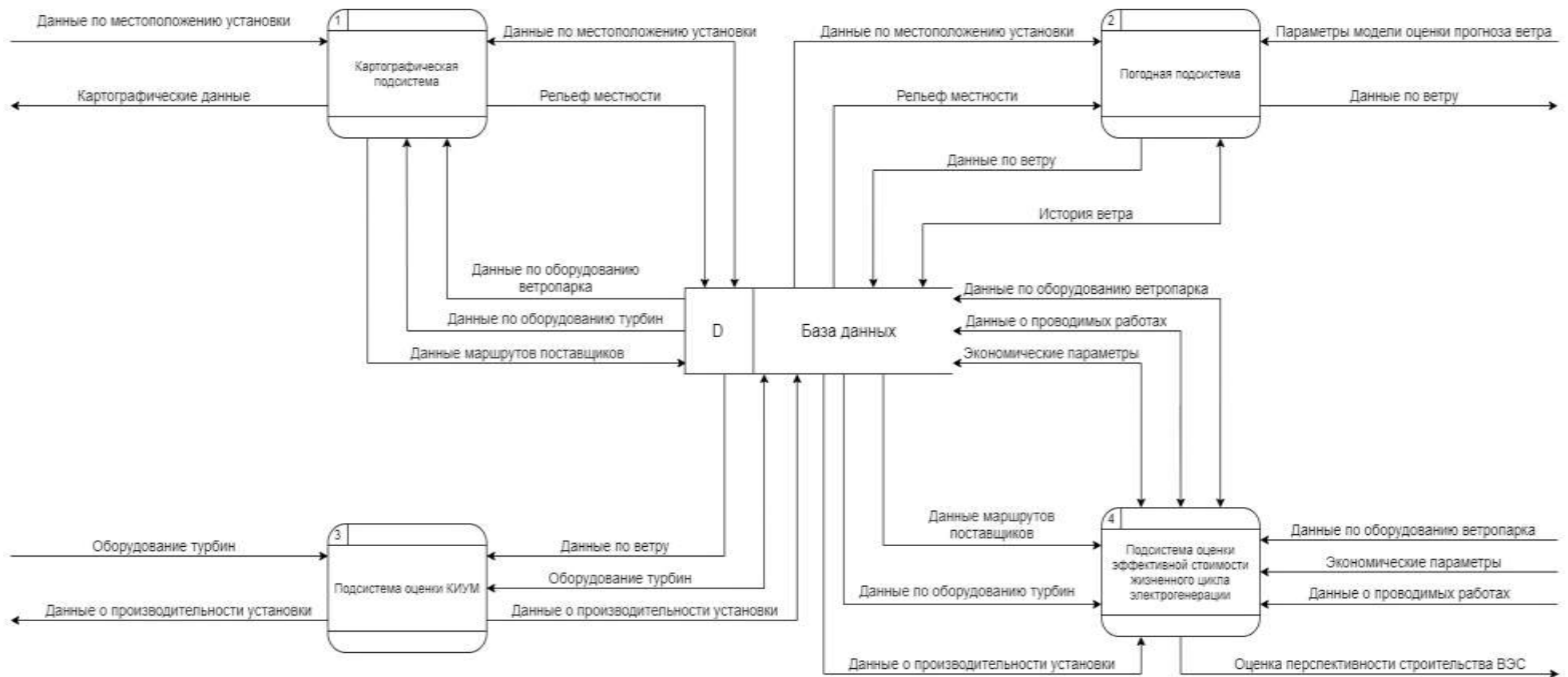


Рисунок 11. Функциональная модель уровня анализа «как будет» (второй уровень)



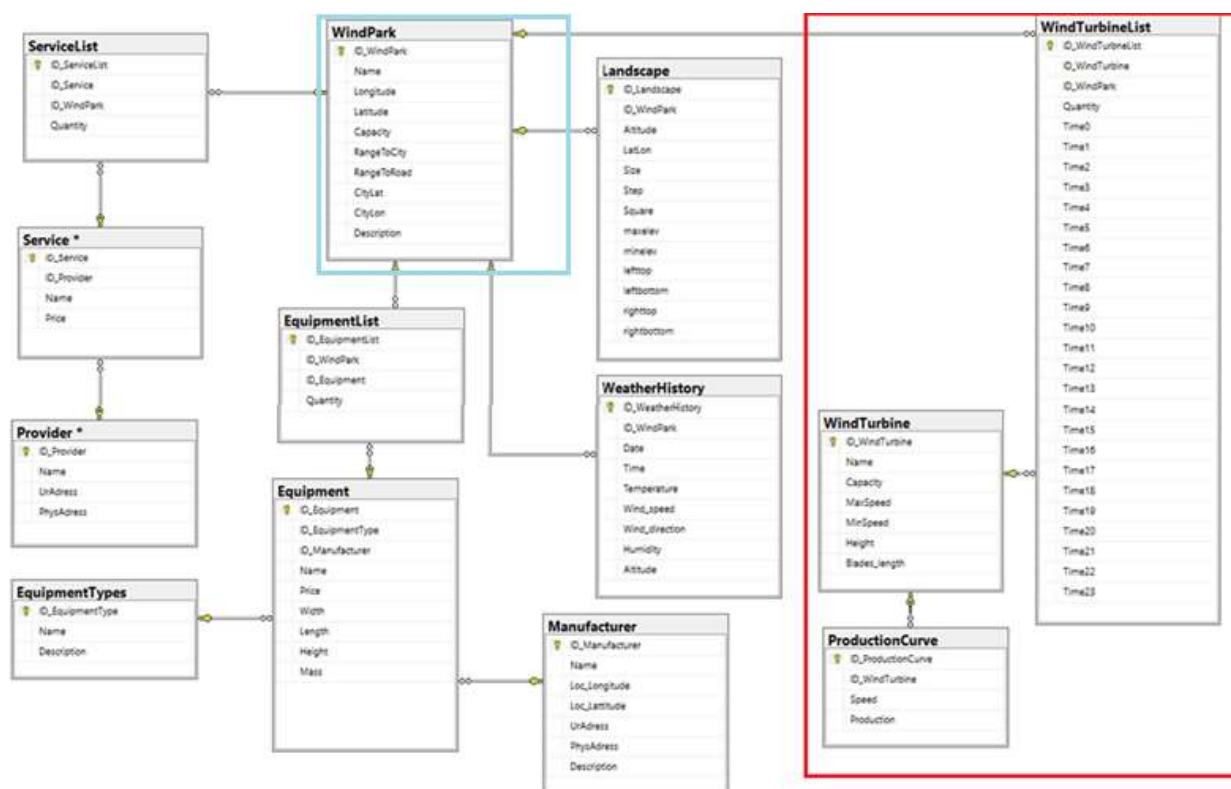


Рисунок 12. Логическая модель базы данных

### Результаты разработки подсистемы

В результате было разработано web-приложение с трехзвенной «клиент-серверной» архитектурой [1]. Автоматизированная система «Оценки эффективности ветрогенерации электроэнергии на территории Российской Федерации» предусматривает совместную работу всех разработанных подсистем для вывода конечного результата.

Средством проектирования ПО было выбрано Visual Paradigm.

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

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

Так как разрабатывается веб-приложение, то предпочтением в выборе реляционной системы управления базами данных является MySQL. СУБД довольно проста в использовании, имеет обширный функционал, а также большую скорость работы.

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

Visual Studio Code – редактор исходного кода, разработанный компанией Microsoft. Позиционируется как «лёгкий» редактор кода для кроссплатформенной разработки веб- и облачных приложений. Включает в себя отладчик, подсветку синтаксиса и средства для рефакторинга. Также личный опыт работы разработчика в данной среде превалирует над другими.

После запуска подсистемы оценки КИУМ и эффективности ветрогенерации пользователь попадает на вкладку «Данные по ветру».

Первая вкладка меню «Данные по ветру», позволяет пользователю построить диаграммы экспериментального распределения и плотности распределения ветра, выбранного ветропарка, на основе данных по ветру, полученных из погодной подсистемы.

### Оценка КИУМ

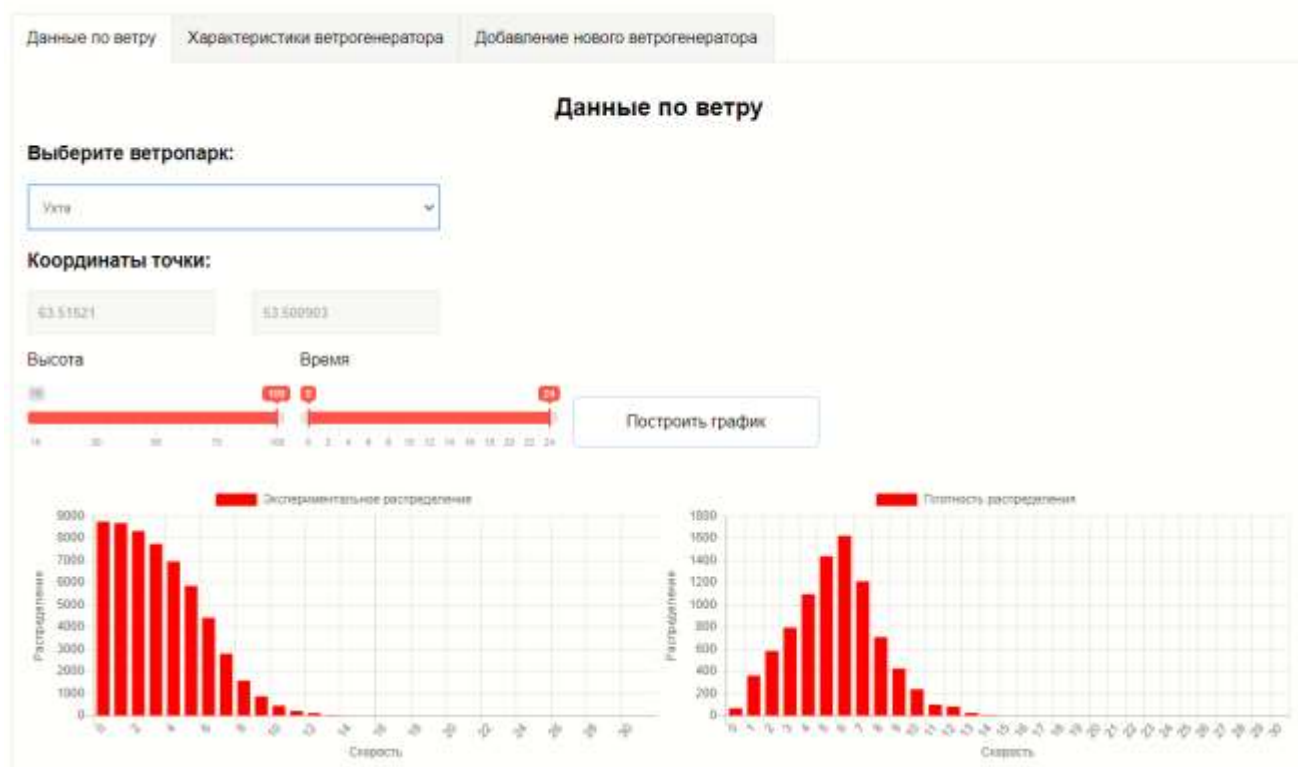


Рисунок 13. Построение диаграмм

Вкладка под номером три «Добавление нового ветрогенератора» позволяет пользователю добавлять новую модель ветрогенератора, а именно: его технические и мощностные характеристики.

**Добавление нового ветрогенератора**

Введите наименование оборудования:

Введите максимальную мощность оборудования (кВт\*ч):

Введите максимальную скорость ветра для турбины (м/с):

Введите минимальную скорость ветра для турбины (м/с):

Введите высоту башни (м):

Выберите количество лопастей турбины:

Введите диаметр ротора (м):

Стоимость годового обслуживания турбины (руб):

Выдаваемая мощность генератора при скорости ветра (кВт\*ч):

2 м/с:	4 м/с:	6 м/с:
0	0	25
8 м/с:	10 м/с:	12 м/с:
75	140	210
14 м/с:	16 м/с:	18 м/с:
260	265	250
20 м/с:	22 м/с:	24 м/с:
240	230	225
26 м/с:	28 м/с:	30 м/с:
0	0	0

Рисунок 14. Заполнение формы характеристик ветрогенератора

На вкладке под номером два «Характеристики ветрогенератора» пользователь получает возможность посмотреть характеристики выбранного ветрогенератора, построить таблицу среднегодовой выработки и КИУМ по часам в течение года, рассчитать среднюю мощность ветрогенератора и получить общий КИУМ. После выбора нужного ветрогенератора, выводятся его характеристики и строится диаграмма мощностных характеристик.

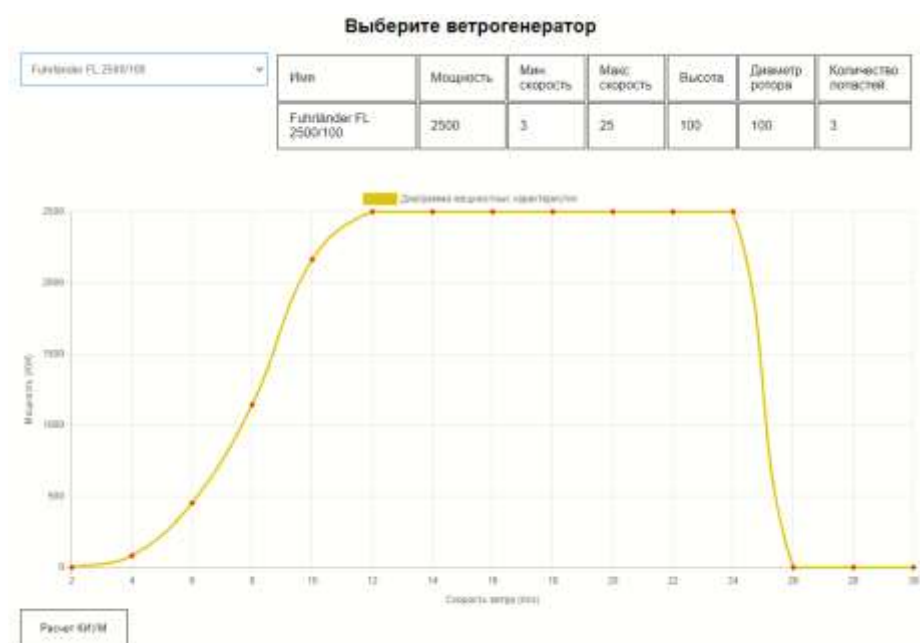


Рисунок 15. Вывод характеристик выбранного ветрогенератора

При нажатии на кнопку «Расчет КИУМ» система строит общую таблицу выработки ветрогенератора.

Скорость																															Средняя выработка по часам	КИУМ по часам	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29			30
Время	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
0-1	0	8	18	25	39	59	90	54	35	17	11	3	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	596.88	23.88%	
1-2	0	11	20	22	42	61	90	50	34	18	9	3	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	572.84	22.91%	
2-3	0	14	17	26	42	68	82	54	28	18	8	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	546.88	21.88%	
3-4	1	15	15	30	48	72	78	52	21	18	8	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	519.44	20.78%	
4-5	1	16	17	29	54	73	78	46	21	17	7	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	491.66	19.66%	
5-6	3	14	20	31	56	80	70	44	10	17	6	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	457.20	18.69%	
6-7	7	21	30	44	50	56	47	43	30	14	9	8	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	512.77	20.51%	
7-8	7	21	30	44	50	56	47	44	29	14	9	8	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	511.82	20.47%	
8-9	7	21	30	44	50	56	47	44	29	14	9	8	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	511.82	20.47%	
9-10	7	21	30	44	50	56	47	44	29	14	9	8	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	511.82	20.47%	
10-11	7	21	31	44	49	56	47	44	29	14	9	8	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	511.59	20.46%	
11-12	7	21	31	44	49	56	47	44	29	14	9	8	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	511.59	20.46%	
12-13	3	16	33	47	51	48	63	44	23	23	6	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	490.85	19.63%	
13-14	1	17	32	45	52	47	60	49	24	20	10	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	511.06	20.44%	
14-15	1	14	33	46	45	52	54	54	26	22	10	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	532.05	21.28%	
15-16	1	13	31	45	46	54	49	51	34	22	11	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	551.85	22.07%	
16-17	1	12	32	38	52	49	51	52	33	24	13	3	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	571.66	22.87%	
17-18	1	10	31	39	51	49	48	54	33	27	13	4	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	582.17	23.69%	
18-19	2	14	16	20	37	60	87	54	33	16	12	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	567.68	22.71%	
19-20	2	13	17	20	36	64	82	54	34	15	12	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	574.98	23.00%	
20-21	2	13	17	18	37	64	88	58	33	17	12	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	584.88	23.39%	
21-22	2	12	17	18	37	63	89	58	34	17	12	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	588.78	23.55%	
22-23	2	12	17	16	37	65	86	60	35	17	12	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	583.81	23.75%	
23-24	2	11	18	15	36	65	87	61	35	16	12	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	598.75	23.95%	

Ветрогенератор	Максимальная мощность (кВт)	Высота башни (м)	Ветропарк	Высота ветра (м)	Введите количество турбин	Средняя мощность (кВт)	КИУМ (%)
Fuhrlander FL 2500/100	2500	100	Ухта	100	<input type="text"/>	542.67	21.71 %

Сохранить в БД

Рисунок 16. Расчеты средней выработки, мощности и КИУМ

## Заключение

В рамках статьи описана методика и технология оценки коэффициента использования установленной мощности и эффективности ветрогенерации и разработана соответствующая подсистема в рамках единой Автоматизированной системы «Оценки эффективности ветрогенерации электроэнергии на территории Российской Федерации».

В ходе изучения предметной области был изучен метод расчета КИУМ ветрогенератора. На данный момент расчет КИУМ вручную рассчитывать практически невозможно из-за большого объема данных по ветру и их обработки, что делает этот процесс достаточно трудоемким. Поэтому, появилась необходимость в создании инструмента, который автоматизирует данный процесс. Обзор аналогов показал, что невозможно использовать готовое решение, поскольку оно не выполняет все заявленные функции, разрабатываемой подсистемы, а также разрабатываемая подсистема является частью автоматизированной системы «Оценки эффективности ветрогенерации электроэнергии на территории Российской Федерации», что делает внедрение сторонних решений невозможным, так как все подсистемы взаимодействуют между собой.

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

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

## Список использованных источников и литературы

1. Компоненты сетевого приложения. Клиент-серверное взаимодействия и роли серверов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.4stud.info/networking/lecture5.html> (Дата обращения: 25.02.2020)
2. Онлайн калькулятор солнечной, ветровой и тепловой энергии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.helios-house.ru/on-line-kalkulyator.html> (Дата обращения: 27.02.2020)
3. Оценки ресурсов возобновляемых источников энергии в России: Учебное пособие – справочник. Ю. С. Васильев, П. П. Безруких, В. В. Елистратов, Г. И. Сидоренко / Под общей ред. Ю. С. Васильева. — СПб.: изд-во Политехн. ун-та, 2008. – 250 с.
4. Развитие ветроэнергетики в России [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25821029> (Дата обращения: 16.02.2020)
5. Разработка автоматизированной энергетической системы трехлопастного ветрогенератора [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38521699> (Дата обращения: 24.02.2020)

## List of references

1. Components of a network application. Client-server interaction and the role of servers [Electronic resource] // The site of teaching materials for students of the department ASOIU. URL: <http://www.4stud.info/networking/lecture5.html>, accessed 02/25/2020.
2. Online calculator of solar, wind and thermal energy [Electronic resource] // The site of alternative energy sources. URL: <https://www.helios-house.ru/on-line-kalkulyator.html>. accessed 02/27/2020.
3. Estimates of renewable energy resources in Russia: Study Guide - Reference. Yu.S. Vasiliev, P.P. Bezrukikh, V.V. Elistratov, G.I. Sidorenko / Under the general ed. Yu. S. Vasilyeva – SPb.: publishing house Polytechnic. University, 2008. – 250 p.
4. Development of wind energy in Russia [Electronic resource] // Website of the scientific electronic library. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25821029>. accessed 02/16/2020.
5. Development of an automated energy system for a three-blade wind turbine [Electronic resource] // Website of the scientific electronic library. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38521699>, accessed 02/24/2020.



**ГРИНЕНКО И. С., ХОЗЯИНОВА Т. В.**  
**ПОДСИСТЕМА ИМПОРТА ВЫПИСОК ПО РАСЧЕТНОМУ СЧЕТУ ДЛЯ**  
**РЕГИОНАЛЬНЫХ ПАРТНЕРОВ ООО «МОЕ ДЕЛО» В СОСТАВЕ**  
**ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «БИЛЛИНГ»**

*УДК 004:002:025.2/3, ВАК 05.13.18, ГРНТИ 20.17.17*

Подсистема импорта выписок по  
расчетному счету для региональных  
партнеров ООО «Мое дело» в со-  
ставе информационной системы  
«Биллинг»

Electronic voting information system  
for working meetings in remote  
mode

**И. С. Гриненко, Т. В. Хозяинова**

**I. S. Grinenko, T. V. Khozyainova**

Ухтинский государственный  
технический университет, г. Ухта

Ukhta State Technical Univer-  
sity, Ukhta

*В настоящей статье рассматри-  
вается процесс разработки подсисте-  
мы импорта выписок по расчетному  
счету для региональных партнеров  
ООО «Мое дело» в составе  
информационной системы «Биллинг».  
В ходе изучения предметной области,  
было обнаружено, что существующий  
функционал системы «Биллинг», а  
именно импорт банковский выписки,  
для определения оплаты счета,  
выставленного клиенту, не может  
быть применен никем, кроме сотруд-  
ников компании. Лицам, с которыми  
компания ведет сотрудничество и  
предоставляет в распоряжение часть  
ИС «Биллинг», отсутствует  
вышеупомянутый функционал, тем  
самым уменьшая производительность  
труда своих партнеров.*

*This article discusses the pro-  
cess of developing a subsystem for  
importing current account statements  
for regional partners of Moya Delo  
LLC as part of the Billing information  
system. During the study of the sub-  
ject area, it was found that the exist-  
ing functionality of the "Billing" sys-  
tem, namely the import of Bank state-  
ments, for determining the payment of  
an invoice issued to a client, can not  
be applied by anyone other than em-  
ployees of the company. Persons with  
whom the company cooperates and  
provides part of the IP "Billing", do  
not have the above functionality,  
thereby reducing the productivity of  
their partners.*

**Ключевые слова:** региональный  
партнер, бизнес, импорт выписки.

**Keywords:** regional partner,  
business, import statement.

## **Введение**

Подсистема импорта выписок является частью существующей информаци-  
онной системы «Биллинг», принадлежащей компании ООО «Мое дело».

## Описание предметной области

«Интернет-бухгалтерия «Мое дело» - онлайн-сервис для ведения налогового и бухгалтерского учета. Для развития бизнеса, компания создала программу для «региональных партнеров».

Региональный партнер — это юридическое лицо, которое от лица компании «Мое Дело», занимается привлечением новых клиентов сервиса, а также может заниматься их сопровождением.

Региональная программа работает следующим образом:

- 1) региональный партнер организует продажи продуктов компании в своем регионе;
- 2) региональный партнер отслеживает в личном кабинете информационной системе «Биллинг» продажи и начисления;
- 3) региональный партнер получает вознаграждение за оплаченные счета его клиентами;
- 4) компания берет на себя дальнейшее техническое и консультационное сопровождение клиентов, привлеченных региональным партнером.

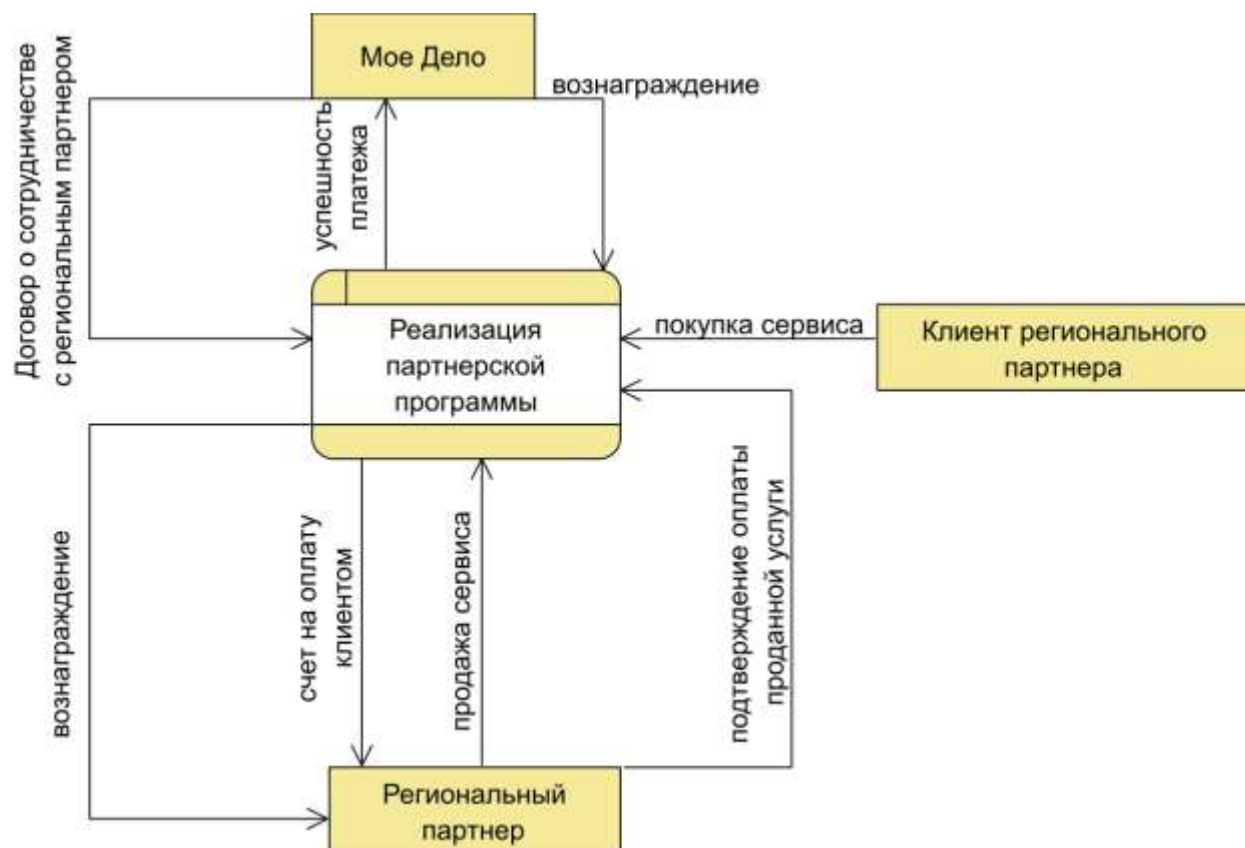


Рисунок 1. Диаграмма процесса реализация партнерской программы

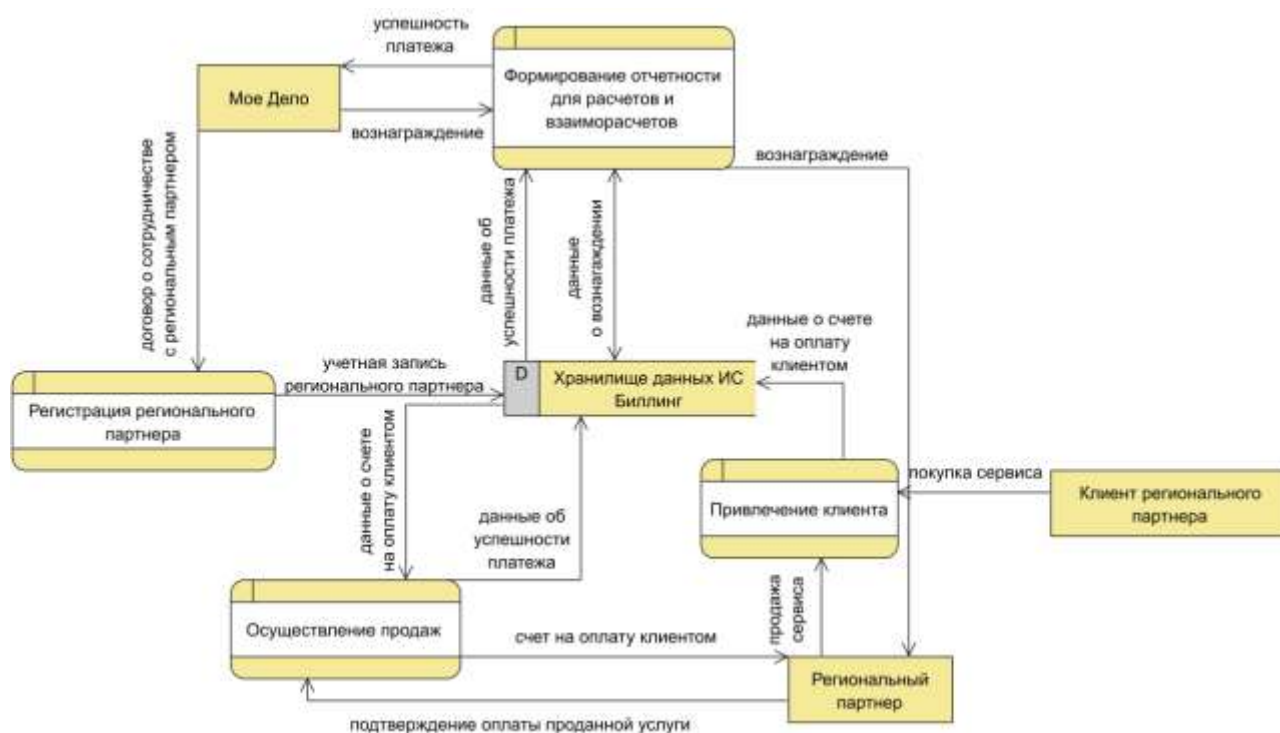


Рисунок 2. Диаграмма реализация партнерской программы системного уровня

С началом сотрудничества, от компании региональному партнеру предоставляется доступ до информационной системы «Биллинг», которой также пользуются сотрудники компании «Мое дело».

ИС «Биллинг» — это система для ведения учета продаж сервиса «Мое дело». В системе имеется возможность выставлять счета на оплату, и отправлять их на email клиентам. Проставлять успешность платежей. Предоставлять триал и платные доступы для клиентов. Просматривать отчеты о выставленных счетах, статистику продаваемых услуг и управлять уровнем доступа своих сотрудников.

В информационной системе «Биллинг», существующий механизм оплат клиентов за сервис, построен следующим образом:

В ИС клиенту выставляется счет на оплату сервиса.

После оплаты счета клиентом, необходимо подтвердить успешность платежа.

С подтверждением платежа клиенту предоставляется доступ для сервиса компании «Мое дело».

Для выполнения шага «подтверждения платежа», для сотрудников компании существует функционал импорта банковской выписки по расчетному счету, на который поступают перечисленные средства клиентов. После импорта выписки, система распознает приходящие операции по расчетному счету и сопоставляет их с выставленными счетами на оплату, и при совпадении автоматически проставляет успешность платежей сразу для нескольких клиентов.

В части, предоставляемой региональному партнеру и его сотрудникам, системы «Биллинг», отсутствует возможность импорта выписки, поэтому успешность платежа проставляется вручную каждому клиенту в отдельности. Отсутствие возможности импорта выписки ведет к неминуемым ошибкам сотрудников компании, в виде не проставления успешности необходимым клиентам, или к



потере большого количества времени на нахождение прошедшего банковского платежа, которого может и не быть, для конкретного выставленного счета.

### **Постановка задачи**

Задача настоящей работы – спроектировать подсистему импорта выписок, которая будет выполнять следующие функции:

- подсистема должна отображать загруженные выписки;
- подсистема должна отображать платежи, указанные в загруженной выписке;
- подсистема должна разграничивать видимость выписок, относящиеся к разным компаниям;
- подсистема должна распознавать нераспознанные платежи выписки вручную по номеру счета, дате выставления счета и сумме платежа;
- подсистема должна распознавать нераспознанные платежи выписки вручную по идентификатору выставленного платежа и сумме платежа;
- подсистема должна проверять корректность данных импортируемого файла, с целью определения возможности извлечения необходимых данных для требуемого функционала, а именно проверка на соответствие шаблону выписки и проверка на возможность импорта выписки по расчетному счету, указанной в ней;
- подсистема должна проверять на возможность импорта выписки по расчетному счету, указанному в тексте выписки;
- подсистема должна проверять наличие необходимых прав пользователя, для доступа к выбираемому функционалу.

### **Обзор аналогов**

Задача ставилась на развитие функционала региональных партнеров для имеющейся системы, поэтому аналогов собственной разработке не существует.

В обзоре аналогов мы рассмотрим модели франчайзинга с целью поиска дальнейших возможностей улучшения пользовательских характеристик разрабатываемой подсистемы, которые влияют на количество партнеров и степень их лояльности.

Региональное партнерство в компании «Мое Дело» строится на обратной форме франчайзинга. Региональные партнеры продают сервисы компании, а затем получают вознаграждение.

Большинство IT-компаний работают по обратной модели франчайзинга [3], потому что так покупатель франшизы не обременен паушальным взносом и роялти, а франчайзер в свою очередь не должен открывать для франчайзи помещение и брать все первоначальные взносы в бизнес на себя.

Конкурентов на рынке франшиз среди компаний, продающих it-сервисы, множество:

- 1) Продукты «1С» [1],
- 2) Сервис «Персональное решение» [2].

Поэтому чем больше сервисов для франчайзи предоставляет франчайзер, тем лучше, следовательно, добавление нового функционала для региональных партнеров компании «Мое Дело» опосредовано ведет к лояльности и росту их числа [4].

### **Заключение**

В рамках данной работы проведено изучение предметной области реализации партнерской программы и процесса продаж, была произведена постановка задачи, сформулированы основные функции системы, рассмотрены аналоги с целью подтверждения необходимости разрабатываемого функционала.

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

1. Сайт компании «1С» [Электронный ресурс]: информация для партнеров. – Режим доступа: <https://1cbo.ru/> (Дата обращения: 20.01.2020).
2. Сайт компании «Персональное решение» [Электронный ресурс]: информация для франчайзи. – Режим доступа: <https://franshiza.yastaff.ru/biz> (Дата обращения: 20.01.2020).
3. Франчайзинг [Электронный ресурс]: Википедия. Свободная энциклопедия. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Франчайзинг> (Дата обращения: 16.02.2020).
4. Сахаров И. В. Моделирование конкуренции на рынке интернет-сервисов: от конкуренции продуктов к конкуренции моделей управления // Информационные технологии моделирования и управления. – 2007, № 3. – С.178-183.

### **List of references**

1. The site of the company "1C", information for partners, <https://1cbo.ru/>, accessed 01/20/2020.
2. The site of the company "Personal Solution", information for the franchisee, <https://franshiza.yastaff.ru/biz>, accessed 01.20.2020.
3. Franchising. Free encyclopedia, <https://ru.wikipedia.org/wiki/Franchising>, accessed 02/01/2020.
4. Sakharov I. V. Modeling competition in the Internet services market: from competition of products to competition of management models // Information Technologies of Modeling and Management. – 2007, No. 3. – С.178-183.

**СОРОКИН А. А., ДОРОГОБЕД А. Н.**  
**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА**  
**ПЛАНИРОВАНИЯ И ВЫПОЛНЕНИЯ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ**  
**ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ**  
**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

*УДК 004:007:37.016, ВАК 05.13.10, ГРНТИ 50.01.75*

Автоматизированная информационная система планирования и выполнения учебно-методической обеспеченности основной профессиональной образовательной программы

Automated information system for planning and implementing the educational and methodological support of the main professional educational program

**А. А. Сорокин, А. Н. Дорогобед**

**A. A. Sorokin, A. N. Dorogobed**

Ухтинский государственный технический университет, г. Ухта

Ukhta State Technical University, Ukhta

*В данной статье рассматривается разработка автоматизированной информационной системы планирования и выполнения учебно-методической обеспеченности основной профессиональной образовательной программы, а именно: предпроектное обследование, моделирование системы и описание результатов разработки. Система позволит поддерживать учебно-методический комплекс дисциплин в актуальном и обеспеченном состоянии.*

*This article discusses the development of an automated information system for planning and implementing the educational and methodological support of the main professional educational program, namely: pre-project examination, system modeling and a description of the development results. The system will allow to maintain the educational-methodical complex of disciplines in an up-to-date and available state.*

**Ключевые слова:** автоматизированная информационная система, учебно-методический комплекс, учебно-методические материалы, обеспеченность.

**Keywords:** automated information system, educational-methodical complex, educational-methodical materials, security, availability.

## **Введение**

Для формирования у обучающихся высших учебных заведений знаний, умений и навыков необходимо обеспечить учебный процесс необходимой учебно-методической документацией. Комплексный подход при формировании пакетов учебно-методической документации по отдельным учебным дисциплинам и практикам является стандартом квалифицированного обеспечения учебного процесса.

Каждая специальность подразумевает прохождение определённого набора дисциплин, прописанных в учебном плане, который разрабатывается в строгом со-

ответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования. Одним из основных требований данного стандарта является материально-техническое и учебно-методическое обеспечение основной образовательной программы.

В соответствии с этим требованием и положением министерства образования о правилах обучения каждая из дисциплин должна быть обеспечена учебно-методическим комплексом, который лучше помогает изучить дисциплину [4]. Это относится ко всем ВУЗам, в том числе и к Ухтинскому государственному техническому университету.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ухтинский государственный технический университет» (УГТУ) является одним из крупнейших многопрофильных технических вузов на Европейском Севере страны и входит в содружество нефтегазовых вузов России.

Как и в любом высшем учебном заведении в УГТУ есть структурные подразделения (кафедры), осуществляющее подготовку студентов в рамках определённой специализации. Все специальности высшего учебного заведения обучаются в соответствии с основной образовательной программой.

В настоящее время в УГТУ на каждой выпускающей кафедре реализуется как минимум две образовательные программы. Каждая образовательная программа содержит не менее 50 дисциплин, для которых должно быть подготовлено около 200 учебно-методических материалов.

Уследить за отсутствием, обеспечением и качеством при наличии такого большого количества образовательных программ и УМК дисциплин для сотрудников кафедр очень тяжело.

На данный момент в ВУЗе отсутствует информационная система для планирования и контроля над выполнением УМК, которая могла бы помочь ускорить сотруднику кафедры, отвечающему за обеспеченность, формирование УМК по всем дисциплинам и формирование отчётов в соответствующие структуры университета по требованию [1].

Данные процессы можно автоматизировать, разработав информационную систему для УГТУ, задачей которой будет автоматизация процесса учета УМК дисциплин на основе учебного плана, формируемого программой обучения, оперативное получение данных об учебно-методических материалах.

### **Предпроектное обследование**

В настоящее время УГТУ реализует тридцать семь образовательных программ высшего образования и двадцать семь программ средне-профессионального образования. Каждая из образовательных программ ориентирована на федеральный государственный образовательный стандарт (ФГОС). На основе ФГОС для каждой специальности разрабатываются учебные планы.

Учебный план является документом, включающим график учебного процесса, перечень, объемы, последовательность изучения дисциплин по курсам и семестрам, виды учебных занятий и производственной практики, формы промежуточной и итоговой государственной аттестации [1].

Для каждой дисциплины в учебном плане определены форма контроля и учебная работа.

Формы контроля знаний предназначены для комплексной проверки результатов освоения дисциплины. Все формы контроля делятся на три группы: промежуточный, текущий и итоговый.

Основные формы промежуточного контроля:

- зачёт,
- дифференцированный зачёт (зачёт с оценкой),
- экзамен.

Основные формы текущего контроля:

- расчётно-графическая работа,
- контрольная работа,
- реферат,
- курсовой проект / работа,
- отчет.

Формой итогового контроля является сдача государственного итогового экзамена.

Учебная работа – это вид деятельности, заключающийся в усвоении определённых знаний, в приобретении навыков самостоятельно учиться и применять полученные знания на практике [2]. Основные виды учебной работы:

- лекции,
- практические занятия,
- семинарские занятия,
- лабораторные работы,
- учебная практика,
- производственная практика,
- самостоятельная работа студента,
- государственная итоговая аттестация.

Одним из основных требований ФГОС является материально-техническое и учебно-методическое обеспечение основной образовательной программы [3].

Под учебно-методическим обеспечением понимается обеспечение каждой из дисциплин учебного плана учебно-методическим комплексом.

Учебно-методический комплекс (УМК) по дисциплине – это совокупность учебно-методических материалов, необходимых и достаточных для организации и ведения учебного процесса по соответствующей дисциплине, способствующих полному и всестороннему освоению студентами учебного материала, входящего в рабочую программу дисциплины, приобретению необходимых знаний, умений и навыков, общекультурных и профессиональных компетенций.

Учебно-методический комплекс дисциплины представляет собой совокупность учебно-методических материалов, определяющих содержание учебной дисциплины и обеспечивающих проведение всех видов учебных занятий [4].

В соответствии требованиями ФГОС и структурой дисциплины в состав УМК дисциплины входят следующие компоненты:

- рабочая программа дисциплины;
- методические рекомендации для преподавателей;

– методические рекомендации для обучающихся в соответствии с учебным планом ООП (для всех форм контроля и учебной работы).

Далее, проанализированы преимущества и недостатки аналогов относительно проектируемой системы (Таблица 1).

Таблица 1. Сравнение аналогов

	АБИС «МАРК-SQL»	1С:Универ- ситет ПРОФ	АИС «Планирова- ние и выполнение УМО ОПОП»
Учёт УМК дисциплин	+	+	+
Учёт УММ	+	+	+
Учёт учебных планов	+	+	+
Проверка обеспеченности дисциплин УММ	+	-	+
Проверка актуальности УММ	-	-	+
Формирование документов, описывающих обеспеченность дисциплин УММ	+	-	+
Формирование списка форм контроля и видов учебной работы дисциплин, по которым необходимо разработать УММ	-	-	+
Авторизация пользователей	+	+	+

В результате был сделан вывод, что не одна из систем-аналогов не может полностью выполнить задачи, которые должны решаться в процессе работы системы. Таким образом, лучшим решением будет реализация собственной системы, в которой будут все необходимые функции и виды отчетов.

### Проектирование системы

Основываясь на описании предметной области, была разработана контекстная диаграммы «как будет» (**Ошибка! Источник ссылки не найден.**). При её декомпозиции была построена более детализированная диаграмма потоков данных (**Ошибка! Источник ссылки не найден.**).

После чего, была построена логическая модель базы данных (Рисунок 3). В результате анализа были выделены ключевые сущности и их логические связи.

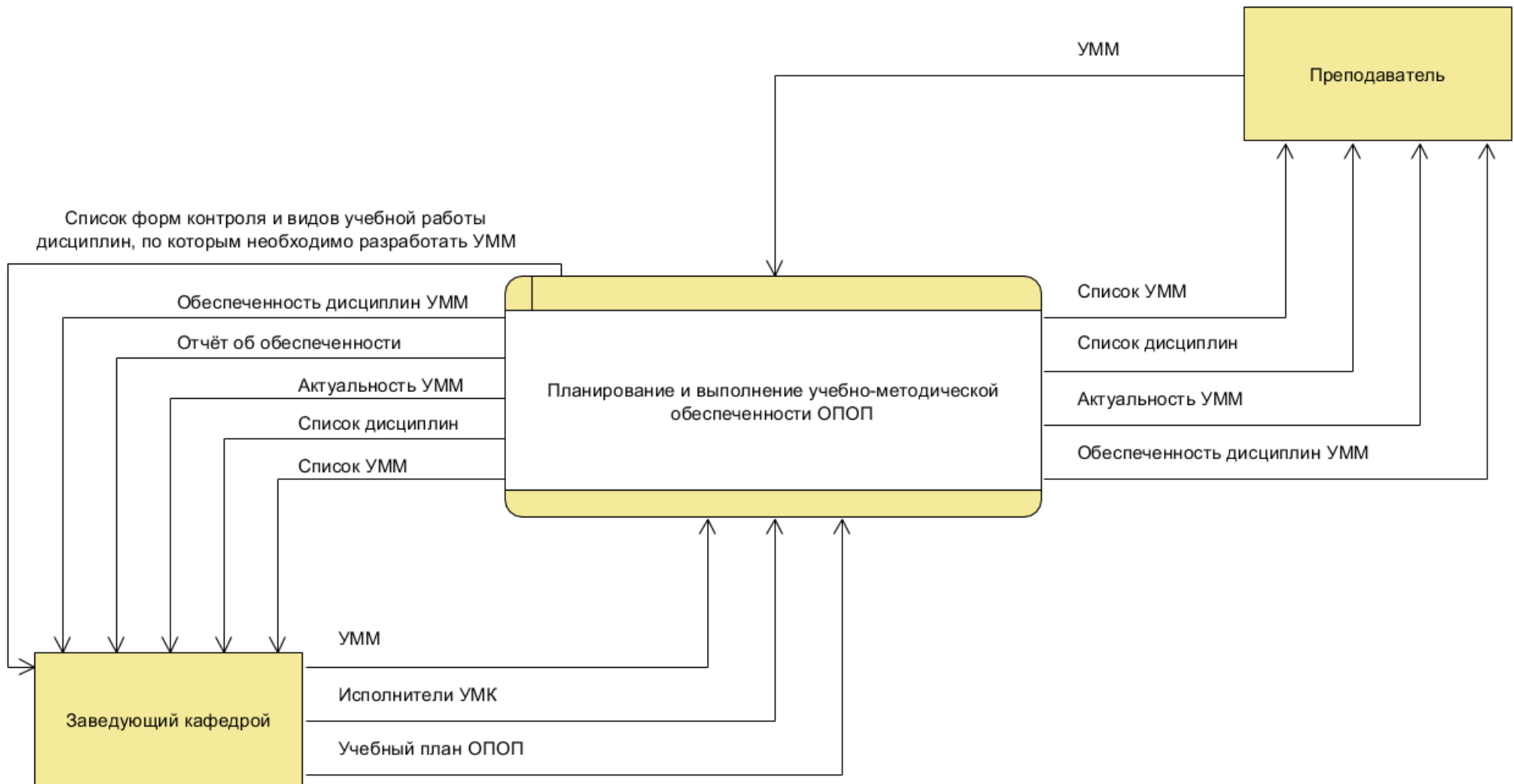


Рисунок 17. Контекстная диаграмма «как будет»

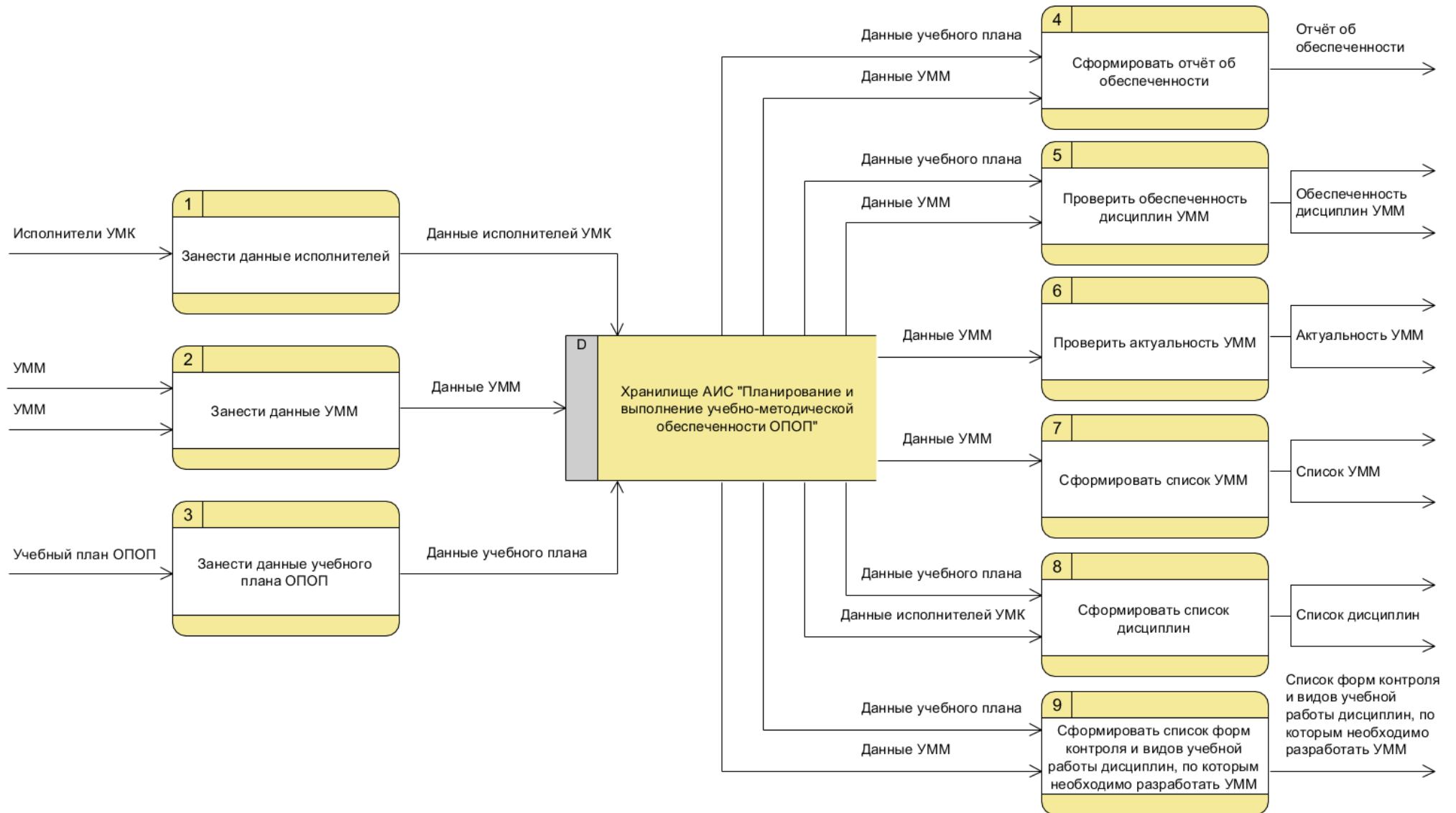


Рисунок 2. Диаграмма декомпозиции «как будет»



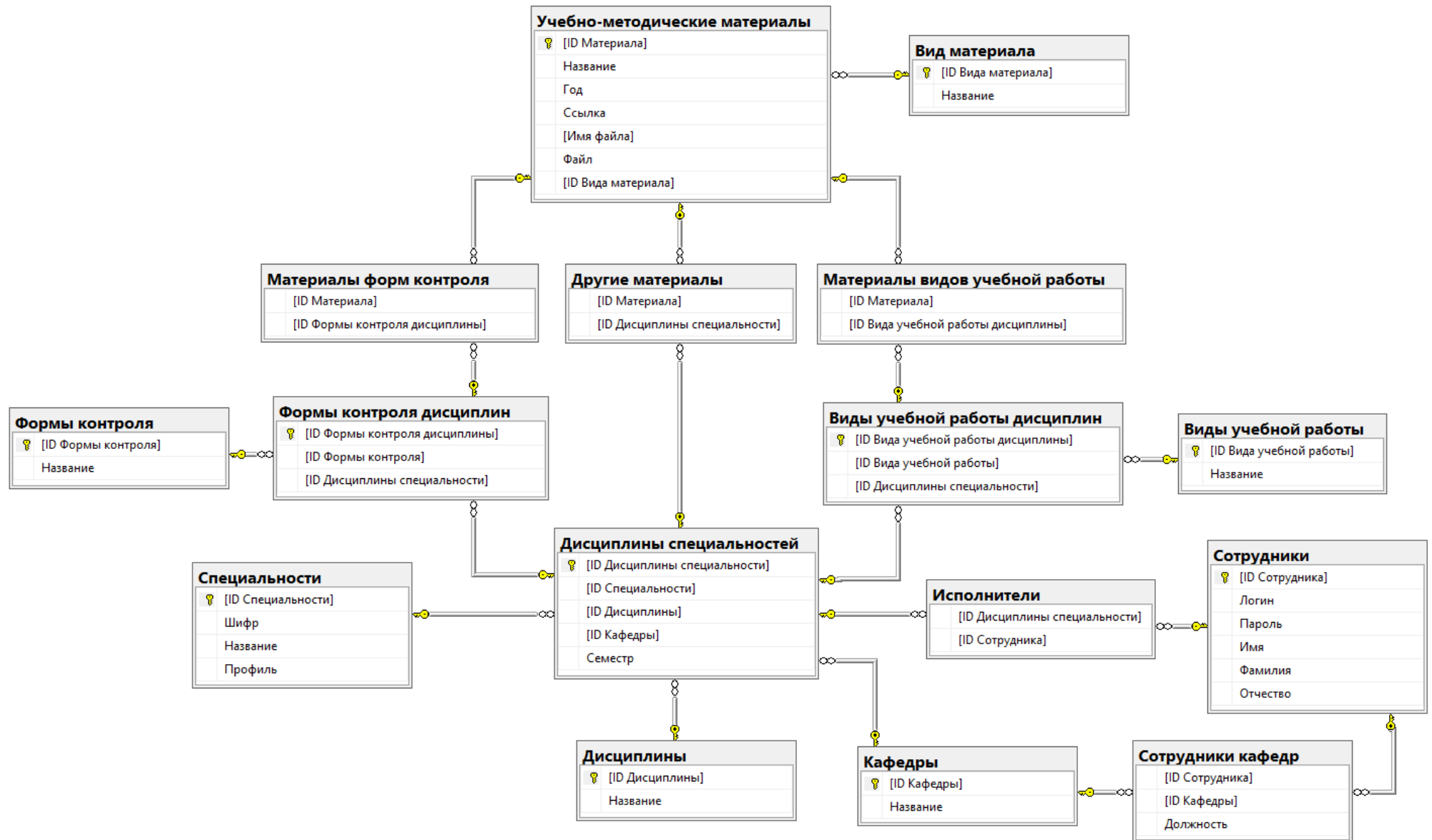


Рисунок 3. Логическая модель базы данных

## Результаты разработки системы

В результате была разработана клиент-серверная автоматизированная информационная система. СУБД: MS SQL Server. Языки разработки: C#, T-SQL.

На вкладке «Дисциплины» отображаются все дисциплины на кафедре, по определённой специальности. Сотрудник может добавить, удалить дисциплины. Добавить, удалить исполнителей дисциплин. Добавить, удалить формы контроля дисциплин. Добавить, удалить виды учебной работы дисциплин. Посмотреть УМК дисциплин.

На вкладке «Мои дисциплины» отображаются дисциплины сотрудника на кафедре, по определённой специальности. Здесь можно посмотреть УМК своих дисциплин и добавить материалы к ним, либо удалить.

На вкладке «Материалы» сотрудник может посмотреть, добавить, удалить, редактировать учебно-методические материалы университета, осуществить поиск.

На вкладке «Отчёты» сотрудник может сформировать отчёты об обеспеченности и списки форм контроля и видов учебной работы, по которым необходимо разработать учебно-методические материалы.

Заведующему кафедры доступны все вкладки, преподавателю только вкладки «Мои дисциплины» и «Материалы».

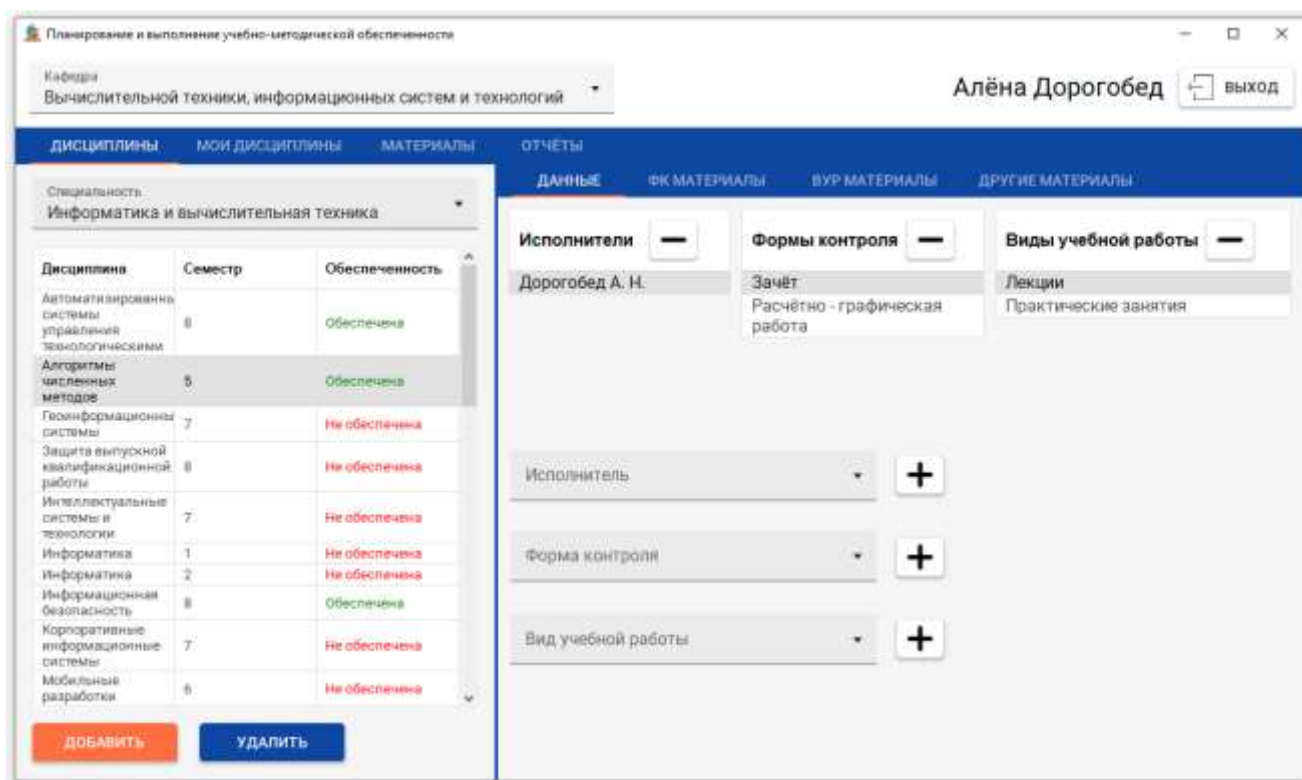


Рисунок 4. Вкладка «Дисциплины»

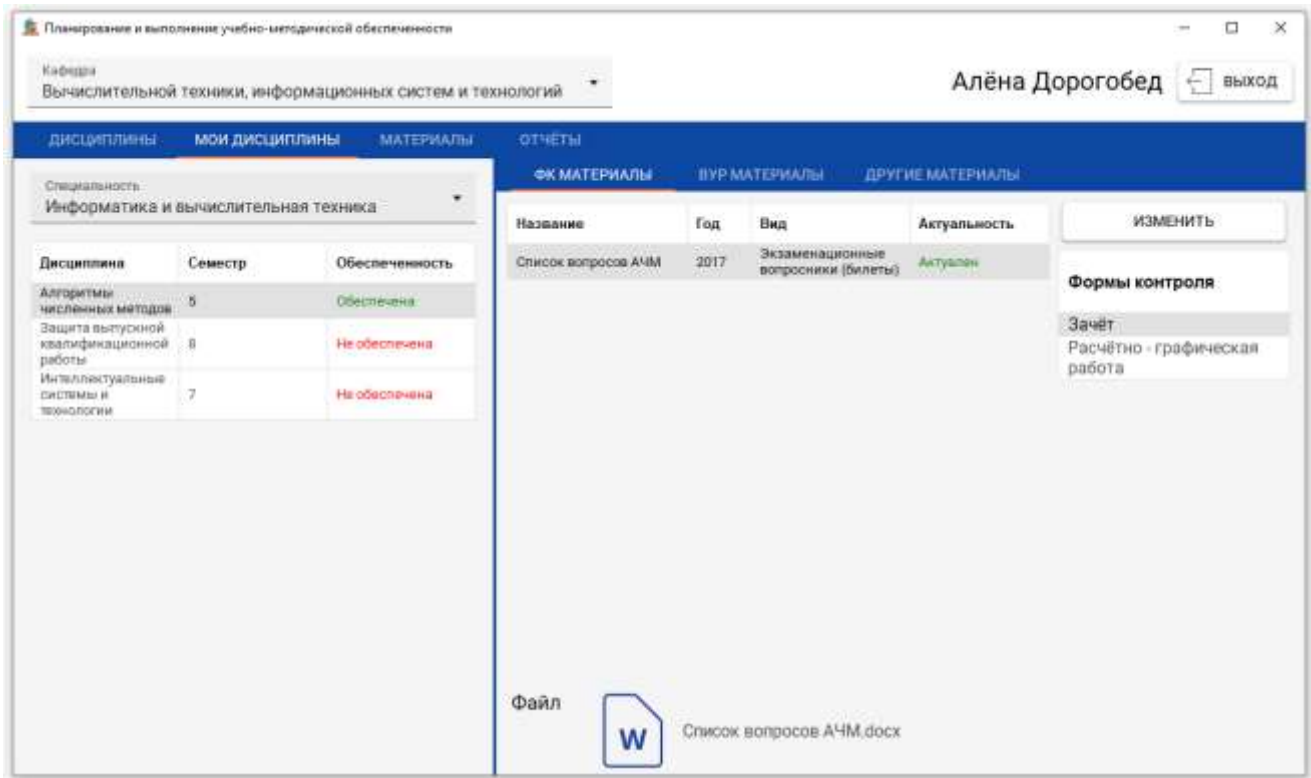


Рисунок 5. Вкладка «Мои дисциплины»

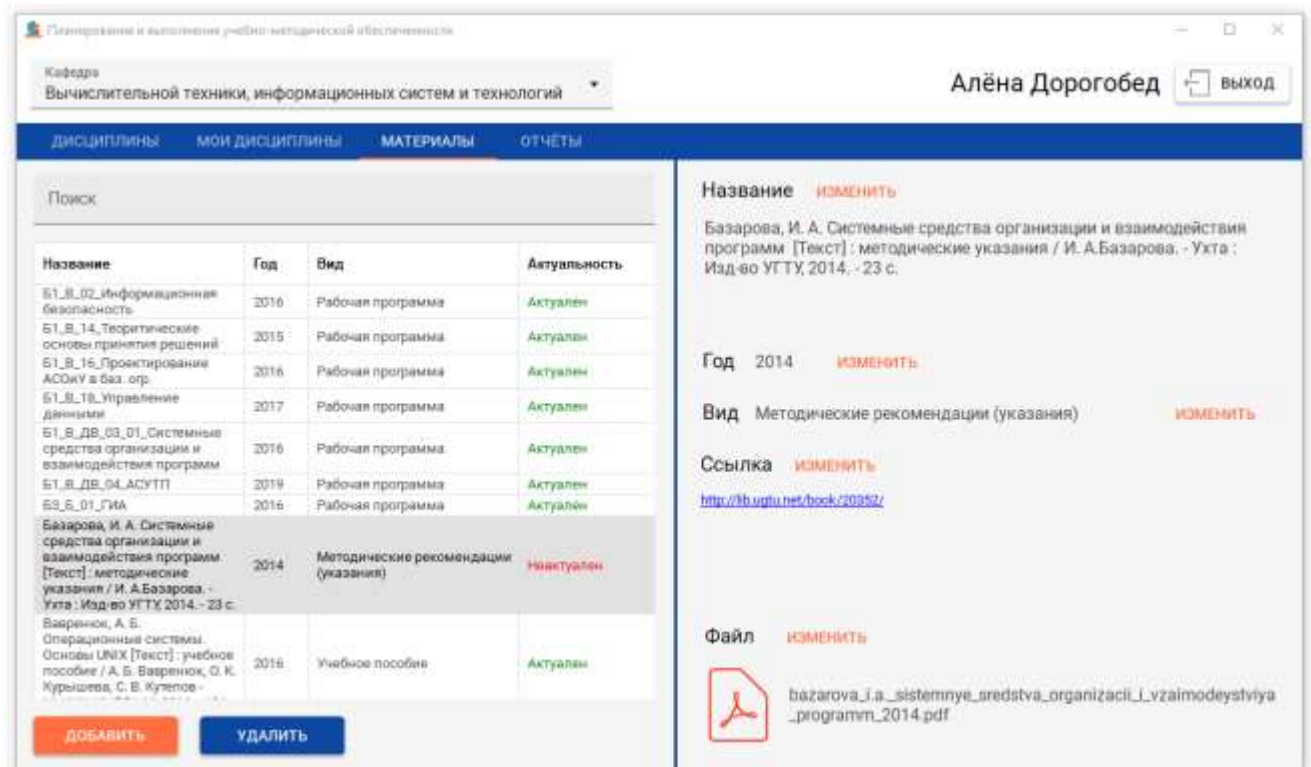


Рисунок 6. Вкладка «Материалы»

Планирование и выполнение учебно-методической обеспеченности

Кафедра  
Вычислительной техники, информационных систем и технологий

Алёна Дорогобед выход

ДИСЦИПЛИНЫ МОИ ДИСЦИПЛИНЫ МАТЕРИАЛЫ ОТЧЁТЫ

Отчёт об обеспеченности

Специальность:  
Информатика и вычислительная техника

- ☒ Информатика (1 семестр)
- ☐ Информатика (2 семестр)
- ☒ Общая теория систем и системный анализ (5 семестр)
- ☒ Управление данными (5 семестр)
- ☒ Схемотехника (5 семестр)
- ☒ Операционные системы (5 семестр)
- ☐ Сети ЭВМ и телекоммуникации (5 семестр)
- ☒ Алгоритмы численных методов (5 семестр)
- ☒ Мобильные разработки (6 семестр)
- ☐ Моделирование систем (6 семестр)

Список форм контроля и видов учебной работы дисциплин, по которым необходимо разработать учебно-методические материалы

Специальность:  
Информационные системы и технологии

Рисунок 7. Вкладка «Отчёты»

## Заключение

В рамках данной статьи описана работа по проектированию и разработке автоматизированной информационной системы «Планирование и выполнение учебно-методической обеспеченности основной профессиональной образовательной программы». Результатом разработки стало клиент-серверное приложение, выполняющее все заявленные функции.

Автоматизация процесса позволит повысить обеспеченность учебного процесса учебно-методическими, справочными и другими материалами, улучшающими качество подготовки специалистов, упростит документационный оборот кафедр, снизит нагрузку сотрудников кафедры по обработке данных УМК дисциплин.

С помощью такой системы можно поддерживать УМК дисциплин в актуальном и обеспеченном состоянии на текущий момент времени, потому что исключается человеческий фактор невнимательности, и упустить какую-либо дисциплину из действующего учебного плана становится практически невозможно.

### Список использованных источников и литературы

1. Королев В. Р., Вокуева Т. А. Разработка модуля информационной системы «ППС УГТУ»: методические разработки кафедр // Информационные технологии в управлении и экономике, 2017, № 4 (9). – С. 19-27.
2. Проблемы организации учебного процесса при внедрении второго поколения ГОСов высшего профессионального образования. Материалы межвузовской научно-методической конференции. – Ухта: УГТУ, 2001. – 114 с.
3. Галицкая Е. М. Особенности педагогической деятельности преподавателя вуза. Специалист XXI века: инновации в образовательном пространстве. Материалы научно-практической конференции / Под ред. Т.Ф. Крякменной. Барнаул: Изд-во Алтайской Академии экономики и права, 1999. – 132 с.
4. Плита Е. В., Россиев Д. А. Электронный учебно-методический комплекс дисциплин как средство повышения эффективности учебно-методического обеспечения образовательного процесса медицинского вуза // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук, 2011. № 2. – С. 218-222.

### List of references

1. Korolev V. R., Vokueva T. A. Development of the module of the used system “teaching staff of the Ukhta State Technical University”: methodological developments of the department // Information Technologies in Management and Economics. 2017, No. 4 (9). – S. 19-27.
2. Problems of the organization of the educational process in the implementation of the second generation of state educational standards of higher professional education. Materials of the inter-university scientific and methodological conference. – Ukhta: USTU, 2001. – 114 p.
3. Galitskaya E. M. Features of the pedagogical activity of a university teacher. 21st Century Specialist: Innovation in the educational space. Materials of the scientific-practical conference / Ed. T. F. Kryakmena. Barnaul: Publishing House of the Altai Academy of Economics and Law, 1999. – 132 p.
4. Plita E. V., Rossiev D. A. Electronic educational and methodological complex of disciplines as a means of increasing the effectiveness of educational and methodological support of the educational process of a medical university // Actual problems of the humanities and natural sciences. 2011. No. 2. – S. 218-222.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Бильфельд Николай Валентинович**

Березниковский филиал «Пермского  
национального исследовательского  
политехнического университет»,  
г. Березники; кандидат технических  
наук, доцент, доцент

**Bilfeld Nikolay Valentinovich**

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

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

**Вавилина Елена Алексеевна**

Березниковский филиал «Пермского  
национального исследовательского  
политехнического университета», г.  
Березники; магистр 1 курса

**Vavilina Elena Alekseevna**

Bereznikovsky branch of the "Perm  
National Research Polytechnic  
University", Berezniki;  
1st year master

E-mail: [89423453.98lena@gmail.com](mailto:89423453.98lena@gmail.com)

**Варламова Светлана Александровна**

Березниковский филиал «Пермского  
национального исследовательского  
политехнического университета», г.  
Березники; кандидат технических  
наук, доцент,

**Varlamova Svetlana Aleksandrovna**

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

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

**Гатин Герман Николаевич**

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

**Gatin German Nikolaevich**

Ukhta State Technical University,  
Ukhta, Associate professor,  
Department of computer science,  
information systems and technologies

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

**Гриненко Иван Сергеевич**

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

**Grinenko Ivan Sergeevich**

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

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

**Дорогобед Алёна Николаевна**

Ухтинский государственный  
технический университет, г. Ухта;  
кандидат технических наук, доцент,  
заведующий кафедрой вычисли-  
тельной техники, информационных  
систем и технологий

**Dorogobed Alyona Nikolaevna**

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

E-mail: [lekun90@mail.ru](mailto:lekun90@mail.ru)

**Ефимова Ангелина Андреевна**

Березниковский филиал «Пермского  
национального исследовательского  
политехнического университет»,  
г. Березники; студентка

**Efimova Angelina Andreevna**

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

**Кириянов Денис Алексеевич**

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

**Kiryanov Denis Alekseevich**

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

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

**Климова Ирина Викторовна**

Санкт-Петербургский политех-  
нический университет Петра Вели-  
кого, г. Санкт-Петербург;  
канд. тех. наук, доцент высшей  
школы техносферной безопасности

**Klimova Irina Viktorovna**

Peter the Great St. Petersburg  
Polytechnic University, St. Petersburg;  
Candidate of Technical Sciences,  
Associate Professor of the Higher  
School of Technosphere Safety

**Куделин Артем Георгиевич**

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

**Kudelin Artem Georgievich**

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

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



**Пархом Кирилл Александрович**

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

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

**Parhom Kirill Alexandrovich**

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

**Смирнов Юрий Геннадиевич**

Ухтинский государственный  
технический университет, г. Ухта;  
канд. физ.-мат. наук, доцент  
доцент кафедры вычислитель-  
ной техники, информационных си-  
стем и технологий

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

**Smirnov Yuri Gennadievich**

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

**Сорокин Артем Анатольевич**

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

E-mail: [lato954@gmail.com](mailto:lato954@gmail.com)

**Sorokin Artem Anatolyevich**

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

**Хозяинова Татьяна Вадимовна**

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

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

**Khozyainova Tatyana Vadimovna**

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

**Чеснов Владислав Вадимович**

Березниковский филиал «Пермского  
национального исследовательского  
политехнического университета»,  
г. Березники; магистр 1 курса

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

**Chesnov Vladislav Vadimovich**

Bereznikovsky branch of the Perm Na-  
tional Research Polytechnic University,  
Berezniki; 1st year master



**Шилова Светлана Владимировна**

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

**Shilova Svetlana Vladimirovna**

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

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

Ухтинский государственный технический университет

Информационные технологии  
в управлении и экономике  
2021, № 01

Information technology  
in management and economics  
2021, No 01

ISSN 2225-2819

Свидетельство о регистрации Эл. № ФС77-65216

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

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

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

Телефон: 8 (8216) 700-308

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