Международная Объединенная Академия Наук

НАУКА РОССИИ: ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ

Сборник научных трудов

**по материалам
XXII международной научной конференции**

10 августа 2020 г.

Часть 1

Екатеринбург 2020

УДК 001.1
ББК 60

НЗ4

Наука России: Цели и задачи. Сборник научных трудов по материалам XXII международной научно-практической конференции 10 августа 2020 г. Изд. НИЦ «Л-Журнал», Часть 1. 2020. – 144 с.

SPLN 001-000001-0682-SR
DOI 10.18411/sr-10-08-2020-p1
IDSP sciencerussia-10-08-2020-p1

В сборнике научных трудов собраны материалы из различных областей научных знаний. В данном издании приведены все материалы, которые были присланы на XXII международную научно-практическую конференцию **Наука России: Цели и задачи**

Сборник предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов.

Все материалы, размещенные в сборнике, опубликованы в авторском варианте. Редакция не вносила коррективы в научные статьи. Ответственность за информацию, размещенную в материалах на всеобщее обозрение, несут их авторы.

Информация об опубликованных статьях будет передана в систему Российского индекса научного цитирования (РИНЦ)

Электронная версия сборника доступна на сайте научно-издательского центра «Л-Журнал». Сайт центра: science-russia.ru

УДК 001.1
ББК 60

SPLN 001-000001-0682-SR

<http://science-russia.ru>

Содержание

РАЗДЕЛ I. АРХИТЕКТУРА	6
Алексеев С.И. Формирование зоны закрепления грунта вдоль инъектора – микро сваи при цементации основания под фундаментами реконструируемых зданий	6
Алексеев С.И. Использование системы дистанционного образования при выполнении лабораторных работ по механике грунтов для студентов строительных специальностей	11
Алексеев С.И. Вероятностная оценка промерзания грунта как определяющий фактор глубины заложения фундаментов	16
Корвякова С.М., Корвякова О.Я. Эволюция малых архитектурных форм (МАФ) как объектов градостроительной среды в России с XVIII до начала XXI веков (3 части, 1-я часть)	20
Корвякова С.М., Корвякова О.Я. Эволюция малых архитектурных форм (МАФ) как объектов градостроительной среды в России с XVIII до начала XXI веков (3 части, 2-я часть)	36
Корвякова С.М., Корвякова О.Я. Эволюция малых архитектурных форм (МАФ) как объектов градостроительной среды в России с XVIII до начала XXI веков (3 части, 3-я часть)	51
РАЗДЕЛ II. БИОЛОГИЯ	67
Чукарина А.В., Чеплянский И.Я., Лобанова Е.Н., Проказин Н.Е. Оценка применения опытного посадочного материала сосны крымской для создания культур на песках	67
Shoaib M., Ismiyev A.I., Ganbarov Kh. G., Babayeva I. In vitro antimicrobial activity of 2,4-Diacetyl-5-hydroxy-5-methyl-3-phenyl-N-oxyethyl-1-cyclohexenylamine	70
РАЗДЕЛ III. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ	73
Бояршинов А.Л., Сергучева А.П. Материальный ущерб при ДТП в структуре страхования	73
Ку Дык Тоан, Фам Минь Туен, Во Тхе Хай Модели проектирования оптимальных беспроводных локальных сетей	78

РАЗДЕЛ IV. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА	84
Маслов Л.И., Кирпичникова И.М. Электрическая Вселенная	84
 РАЗДЕЛ V. ФИЗИКА	 89
Пылаев А.П. Соотношение неопределенностей и дифракция микрочастиц.....	89
Шоров Б.М. Постоянный электрический ток и его применение в медицине.....	95
 РАЗДЕЛ VI. ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ	 98
Богатых В.Н., Степанова Т.А. Анализ производства продукции зерновых культур в Воронежской области.....	98
Кривоускова А.В., Степанова Т.А. Анализ факторов, формирующих производство прироста живой массы КРС на примере предприятий Воронежской области	103
 РАЗДЕЛ VII. МОДЕЛИРОВАНИЕ.....	 110
Сошников А.В. Эвристический экспресс-метод сокращения времени переналадок технологической установки	110
 РАЗДЕЛ VIII. МАТЕМАТИКА	 116
Kuznetsov V.I. Proof of Fermat's Theorem Based on Mathematics of the XVII Century....	116
 РАЗДЕЛ IX. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ	 131
Махоткина Л.Ю., Халилова А.А. Разработка гидрофобных текстильных материалов для производства рабочей одежды с применением кремнийорганических соединений	131
 РАЗДЕЛ X. КОСМОС И АВИАЦИЯ	 136
Мужичек С.М., Обросов К.В., Лисицын В.М. Метод эффективного обнаружения препятствий для предупреждения столкновений на основе использования лазерной локации для информационного обеспечения маловысотного полета беспилотного транспортного средства.....	136

РАЗДЕЛ XI. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	139
Дарчиева Н.А., Ильина С.И., Грачев Д.Ю. Плазменная переработка отходов	139

РАЗДЕЛ I. АРХИТЕКТУРА

Алексеев С.И.

Формирование зоны закрепления грунта вдоль иньектора – микро сваи при цементации основания под фундаментами реконструируемых зданий

*Петербургский государственный университет путей сообщения императора
Александра I
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/sr-10-08-2020-01

idsp: sciencerussia-10-08-2020-01

Аннотация

Рассматривается задача формирования зоны проникновения инъекционно-цементного раствора в грунт вдоль ствола иньектора - микро свай [1] усиления основания при давлениях до 8 МПа. Приведена аналитическая функциональная зависимость напорного проникновения закрепляемого цементационного раствора через перфорированный участок иньектора, позволяющая рассчитать диаметр зоны закрепления грунта и, таким образом, определить условный диаметр металлической микро сваи после выполненной цементации. Приводится численный пример расчёта усиления основания для бутового фундамента в конкретных геологических условий – пылеватых песках. Рассмотрена задача усиления реконструируемого фундамента в виде устройства металлических микро свай - иньекторов с инъекционно-цементным закреплением основания при различном избыточном нагнетаемом давлении.

Ключевые слова: цементация основания, усиление основания, микро сваи, иньектор для нагнетания раствора, реконструкция фундаментов.

Конструкция микро свай усиления основания под фундаментами реконструируемых зданий

Формирование закреплённой зоны основания вдоль иньектора – микро сваи достигается путем нагнетания раствора под давлением через иньектор и его проникновения в окружающий грунт.

Иньектор – микро свая [2] состоит (рис.1) из металлической перфорированной трубы 1 с конусным наконечником 2. Перфорация выполняется в виде четырех эллипсоидных или круглых отверстий 3 (по две взаимно перпендикулярные пары), закрытые жестяными пластинами 4. На верхней части трубы 1 расположен съёмный тройник 5 с отверстием 6 для подачи раствора, который снабжен металлической крышкой 7, используемой в виде опоры при погружении иньектора динамическим или вибрационным воздействием.

Рис. 1. Конструкция составного забивного трубчатого иньектора – микро сваи [1] и фото иньектора после погружения его через конструкцию пола подвала

Монтаж и эксплуатация микро сваи осуществляется следующим образом. Металлическая перфорированная труба 1 с конусным наконечником 2 последовательными ударами (или вибропогружением) по металлической крышке 7, вкрученной в тройник 5, погружается в грунт с одновременной подачей напорной растворной смеси через отверстие 6. При подаче раствора под давлением через эллипсоидные или круглые отверстия 3, жестяные пластины 4 отжимаются, и растворная смесь заполняет образовавшееся пространство. Следует подчеркнуть, что пластины 4 предназначены для защиты отверстий перфорированной трубы от возможной забивки их окружающим грунтом, однако в ряде случаев они могут отсутствовать (такие условия и рассматриваются в представленном аналитическом решении).

Принципиальная схема формирования закрепленной зоны вдоль иньектора – микро сваи при напорной цементации основания под подошвой фундамента приведена на рис. 2.

Расчётное обоснование

С учётом принятых обозначений (рис. 2) представляется возможным решить поставленную задачу, цель которой - определение зоны проникновения цементного раствора в грунт основания вдоль иньектора с вычислением величины d_1 – диаметра закрепленного элемента – около свайного пространства.

Рис. 2. Схема формирования закрепленной зоны вдоль иньектора – микро сваи при цементации основания. 1 - бутовый фундамент; 2 - иньектор – труба диаметром d ; 3 - зона проникновения раствора от стенок иньектора диаметром d_1 ; σ - давление цементного раствора в иньекторе; σ_{zp} – эпюра дополнительного уплотняющего давления под подошвой фундамента; σ_{zq} – эпюра природного давления грунта; σ_0 – ордината эпюры дополнительного уплотняющего давления в уровне подошвы фундамента

Следует отметить, что подобные задачи об уплотнении грунтового основания вокруг забиваемой сваи рассматривались многими исследователями, начиная с работ К. Терцаги [3] в 30 годах прошлого столетия.

Поставленную задачу решаем на основе следующих принятых допущений:

- 1) Рассматриваем условия максимального давления грунта под центром тяжести подошвы фундамента с учетом определения напряжений σ_{zp} и σ_{zq} .
- 2) Давление цементного раствора в иньекторе σ через отверстие ($F_{отв.}$) в перфорированной трубе рассматриваем как действие сосредоточенной силы $P_u = \sigma \cdot F_{отв.}$.

Проникновение цементного раствора через перфорацию в трубе или отверстие (позиция 3 на рис. 1) возможно только при условии преодоления давления в грунтовом основании, тогда аналитически можно записать:

$$\sigma_u \geq \xi(\sigma_{zp(от)} + \sigma_{zq(от)}) \geq \xi(\alpha\sigma_0 + \gamma_v h + \gamma_{пy}), \quad (1)$$

где ξ - коэффициент, зависящий от бокового давления грунта, $\xi = \mu / (1-\mu)$; μ - коэффициент Пуассона (бокового давления грунта); σ_u - давление в грунтовой среде от действия силы P_u ; $(\sigma_{zp(от)} + \sigma_{zq(от)})$ - суммарное горизонтальное давление в грунте от фундамента и собственного веса на отметке расположения отверстия; α - коэффициент рассеивания давления σ_0 соответствует расстоянию от подошвы фундамента - глубине (y) расположения отверстия в инъекторе [4]; γ_v - удельный вес грунта выше подошвы фундамента; $\gamma_{п}$ - удельный вес закрепляющего грунта под подошвой фундамента.

Формирование зоны закрепления грунта основания вдоль трубы инъектора может быть представлено в виде схемы на рис. 3.

Рис. 3. Схема воздействия цементного раствора из отверстия инъектора на грунтовое основание. 1 – инъектор - труба диаметром d ; 2 – отверстие в инъекторе площадью $F_{отв.}$; d_1 – зона (диаметр) проникновения раствора от стенок инъектора; z – глубина проникновения раствора; σ – давление цементного раствора в инъекторе; P_u – сосредоточенная сила от давления раствора на грунт; σ_u – давление в грунтовой среде от действия силы P_u

Тогда, в соответствии со схемой на рис. 3 получим, что $d_1 = d + 2z$.

Определим глубину (z) проникновения цементного раствора от стенки инъектора в сторону закрепляемого основания, для этого рассмотрим условие равновесия в уравнении (1). В этом случае, на основе принятых допущений, для левой части уравнения (1) можно принять известное выражение:

$$\sigma_u = 3P_u / z^2 \cdot 2\pi \quad (2)$$

Подставляя выражение (2) в уравнение (1), получим:

$$3P_u / z^2 \cdot 2\pi = \xi(\alpha\sigma_0 + \gamma_v h + \gamma_{пy}),$$

Отсюда:

$$z = \sqrt{\frac{3 \cdot P_u}{2\pi \cdot \xi(\alpha\sigma_0 + \gamma_v h + \gamma_{пy})}} = \sqrt{\frac{3\sigma \cdot F_{отв.}}{2\pi \cdot \xi(\alpha\sigma_0 + \gamma_v h + \gamma_{пy})}}, \quad (3)$$

где $P_u = \sigma \cdot F_{отв.}$.

Представленное решение (3) позволяет определить величину (z) проникновения цементного раствора в закрепляемое грунтовое основание на различных глубинах (y) расположения отверстий инъектора от подошвы фундамента в зависимости от следующих факторов:

- плотности (удельного веса) грунта,
- создаваемого давления в инъекторе (σ),
- площади ($F_{отв.}$) выходного отверстия раствора из инъектора,

- d. напряженного состояния грунта $\sigma_{zp(от)} + \sigma_{zq(от)}$ – суммарного горизонтального давления в грунте от фундамента и собственного веса на отметке расположения отверстия.

Численный пример.

Проанализируем решение поставленной задачи (определение зоны проникновения цементного раствора вдоль инъектора с вычислением величины d_1 – диаметра закрепленного элемента) на основе численного примера:

Предположим, что необходимо выполнить усиление основания – пылеватого песка средней плотности для ленточного бутового фундамента с использованием металлического инъектора – микро сваи диаметром $d=0,04$ м при следующих исходных данных (обозначения используемых величин см. выше):

$\sigma = 200 \dots 800 \text{ кН/м}^2$; $F_{отв.} = 0,00047728 \text{ м}^2 = 4,7728 \times 10^{-4} \text{ м}^2$; $\xi = 0,429$; $\mu = 0,3$; $h = 1,45 \text{ м}$; $\gamma_v = 16,5 \text{ кН/м}^3$; $\gamma_n = 19,3 \text{ кН/м}^3$; $\sigma_0 = 331,4 \text{ кН/м}^2$.

Подставляем исходные данные в формулу (3):

При $\sigma = 200 \text{ кН/м}^2$, для $y=0$, т.е. расположения отверстий инъектора в уровне подошвы фундамента (при $a=1$), получим:

$$z = \sqrt{\frac{3\sigma \cdot F_{отв.}}{2\pi \cdot \xi (\alpha \sigma_0 + \gamma_v h + \gamma_n y)}} = \sqrt{\frac{3 \cdot 200 \cdot 0,00047728}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,429 (331,4 + 16,5 \cdot 1,45)}} = 0,017 \text{ м}$$

Аналогичные вычисления z для других значений σ , а также при различной глубине (y) расположении отверстий инъектора относительно подошвы фундамента, представим в виде таблицы 1.

Таблица 1.

№ п/п	Давление цементного раствора σ в инъекторе (МПа)	Глубина (z) проникновения цементного раствора от стенки инъектора (м), при $y=0$	Тоже при $y=0,5 \text{ м}$	Тоже при $y=0,75 \text{ м}$	Тоже при $y=1,0 \text{ м}$	Тоже при $y=1,5 \text{ м}$
1	0,2	0,017	0,018	0,019	0,020	0,022
2	0,3	0,021	0,022	0,023	0,025	0,027
3	0,4	0,025	0,026	0,027	0,029	0,032
4	0,5	0,027	0,028	0,030	0,032	0,035
5	0,6	0,030	0,031	0,033	0,035	0,039
6	0,7	0,032	0,034	0,036	0,038	0,042
7	0,8	0,035	0,036	0,038	0,040	0,045

Как видно из представленных результатов расчётов (табл. 1), глубина (z) проникновения цементного раствора в закрепляемое грунтовое основание в зависимости создаваемого давления в инъекторе $\sigma = 200 \dots 800 \text{ кН/м}^2$ ($0,2 \dots 0,8 \text{ МПа}$) (при $y=0$) меняется в пределах от 0,017 до 0,035м (третий столбец таблицы). Тогда зона проникновения раствора от стенок инъектора диаметром $d_1 = d + 2z$ будет также увеличиваться от 7,4 до 11 см.

Анализируя результаты вычислений в табл.1 построчно, не трудно заметить, что:

- ✓ при $\sigma = 0,2 \text{ МПа}$ (1 строка таблицы) диаметр d_1 микро сваи усиления будет изменяться от 7,4 см на отметке подошвы фундамента, до 8,4 см на глубине 1,5 м.
- ✓ при $\sigma = 0,3 \text{ МПа}$ (2 строка таблицы) будем иметь соответственно d_1 в пределах от 8,2 см до 9,4 см.
- ✓ при $\sigma = 0,4 \text{ МПа}$ (3 строка таблицы) будем иметь соответственно d_1 в пределах от 9,0 см до 10,4 см.
- ✓ при $\sigma = 0,5 \text{ МПа}$ (4 строка таблицы) будем иметь соответственно d_1 в пределах от 9,4 см до 11,0 см.

- ✓ при $B = 0,6$ МПа (5 строка таблицы) будем иметь соответственно d_1 в пределах от 10,0 см до 11,8 см.
- ✓ при $B = 0,7$ МПа (6 строка таблицы) будем иметь соответственно d_1 в пределах от 10,4 см до 12,4 см.
- ✓ при $B = 0,8$ МПа (7 строка таблицы) будем иметь соответственно d_1 в пределах от 11,0 см до 13,0 см.

Анализ полученных результатов расчёта позволяет построить графическую зависимость d_1 от B (рис. 4), на различных глубинах (y) расположения отверстий инъектора от подошвы фундамента.

Рис. 4. График зависимости зоны проникновения цементного раствора от стенок инъектора (микро сваи) диаметром d_1 от создаваемого давления в инъекторе B , для заданных условий рассматриваемого примера; 1 – при $y=0$ (на отметке подошвы фундамента); 2 – при $y=1,0$ м; 3 – при $y=1,5$ м

В результате выполненные расчёты по формуле (3) позволяют фактически определить диаметр d_1 закреплённого грунта, вокруг погружаемого инъектора или условный поперечный размер микро сваи усиления основания.

Выводы.

1. Представленная расчётная зависимость определения глубины проникновения закрепляемого раствора от стенки инъектора, позволяет вычислять условный диаметр микро сваи при внедрении её в усиливаемое основание. Следовательно, повышается точность инженерных расчётов при определении их несущей способности на различных этапах проектирования.

2. Проникновение закрепляемого инъекционного раствора в усиливаемое основание зависит как от создаваемого давления, параметров инъектора, так и от напряжённо-деформированного состояния закрепляемого основания, его физико-

механических характеристик и, таким образом, может быть прогнозировано в проекте в зависимости от решения поставленной задачи.

1. Алексеев С. И. Механика грунтов, основания и фундаменты. Избранные гла-вы. Учебное пособие (для магистрантов и аспирантов строительных специальностей), Издательство АСВ. М. 2019 г.
2. Алексеев С.И., Городнова Е.В., Пашин К.С., Хисамов Р.Р. Патент на полез-ную модель RU 127768 U1, 10.05.2013. Заявка № 2012156988/03 от 25.12.2012.<http://www.buildcalc.ru/Common/Images/Pile-127768-2012-12-25.jpg>
3. К. Терцаги. Строительная механика грунта на основе его физических свойств. ГОССТРОЙИЗДАТ.1933 г.
4. Свод правил. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/456054206>

Алексеев С.И.

Использование системы дистанционного образования при выполнении лабораторных работ по механике грунтов для студентов строительных специальностей

*Петербургский государственный университет путей сообщения императора
Александра I
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/sr-10-08-2020-02

ids: sciencerrussia-10-08-2020-02

Аннотация

Широкое применение системы дистанционного образования (СДО) в высшей школе, ставит новые задачи по реализации специальных технических дисциплин. Особое значение в этом отношении имеют лабораторные работы, которые в классическом варианте всегда выполнялись в специализированных лабораториях – в аудиториях ВУЗа. В современных условиях необходим новый подход к реализации учебных программ, который приведён в качестве примера при рассмотрении одной из лабораторных работ по курсу «Механика грунтов» с учетом требований Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования. Рассмотрен метод определения модуля деформации песка на основе штампового испытания с построением и анализом графиков нелинейного деформирования основания. Защита выполненной лабораторной работы осуществляется с использованием тематического теста.

Ключевые слова: Система дистанционного образования, лабораторные работы, механика грунтов, методика определения модуля деформации грунта, штамповые испытания.

Лабораторная работа:

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДУЛЯ ДЕФОРМАЦИИ ПЕСКА НА ОСНОВЕ ШТАМПОВОГО ИСПЫТАНИЯ

Теоретическая часть:

Нелинейность деформирования основания при нагружении.

По результатам многочисленных штамповых и натурных испытаний фундаментов, между давлениями (Р) в основании под подошвой фундамента (штампа) и его деформациями (S) (осадкой) может быть построена нелинейная зависимость (рис. 1).

Рис. 1. График зависимости развития осадки (S) фундамента (штампа) от прикладываемого давления (P). 0, I, II, III – характерные расчётные интервалы давлений

Представленная на рис. 1. зависимость $S=S(P)$ носит нелинейный характер, при этом по оси абсцисс (P) можно выделить несколько интервалов (фаз напряженно-деформированного состояния основания):

- Интервал с обозначением «0» соответствует давлению под подошвой фундамента от 0 до структурной прочности исследуемого грунта ($P_{стр.}$). В данном интервале давлений даже при максимальном его значении осадки грунта практически не происходит. Значение $P_{стр.}$, зависящее от водно-коллоидных и кристаллизационных связей в грунте, определяется специальными исследованиями и используется в основном при расчётах ползучести скелета грунта (расчёт развития осадки фундамента во времени).

- Интервал с обозначением «I» соответствует давлению под подошвой фундамента от $P_{стр.}$ до начальной критической нагрузки ($P_{н.кр.}$) (по Н.П. Пузыревскому). В данном интервале давлений развитие осадки фундамента происходит практически линейно, т.е. в соответствии с функцией $S=kP$, где k – коэффициент пропорциональности, определяемый экспериментально в зависимости от свойств грунта. При величине давления, соответствующего $P_{н.кр.}$ в основании, в угловых зонах под подошвой фундамента, возникают (зарождаются) зоны пластических деформаций. Значение $P_{н.кр.}$ определяется следующим выражением:

$$P_{н.кр.} = \frac{\pi(\gamma d + c \times ctg\varphi)}{ctg\varphi + \varphi - \pi/2} + \gamma d, \quad (1)$$

где γ – удельный вес грунта; d – глубина расположения фундамента (штампа), к которому прикладывается нагрузка; c – сцепление грунта; φ – угол внутреннего трения грунта.

Величина $P_{н.кр.}$, как правило, имеет небольшое значение и в расчётах находит ограниченное применение, характеризуя основание вне зависимости от размеров подошвы фундамента.

- Интервал с обозначением «II» соответствует давлению под подошвой фундамента от $P_{н.кр.}$ до предельного давления на грунт основания ($P_{пр.}$). В данном интервале давлений развитие осадки фундамента происходит нелинейно, или можно принять в соответствии с произвольной (в зависимости от свойств и состояния грунта основания) степенной функцией $S=k^n P$, где n – коэффициент, определяемый

экспериментально. Нелинейность деформирования основания обусловлена развитием зон пластических деформаций (касательных напряжений), которые при достижении $P_{пр.}$ образуют замкнутые поверхности скольжения с формированием выпора грунта из-под подошвы фундамента. При данной степени нагружения осадка фундамента фактически может стремиться к бесконечности, что и соответствует выпору грунта или потери устойчивости (нарушение условий I предельного состояния [1]).

- Интервал с обозначением «III» соответствует давлению под подошвой фундамента превышающего предельного давления на грунт основания ($P_{пр.}$). При данной степени нагружения основание фактически не работает на сжатие, поскольку преобладающие зоны касательных напряжений вызывают развитие поверхностей скольжения с выпором грунта из-под подошвы фундамента. Данная степень нагружения основания соответствует потери устойчивости конструкции, что недопустимо.

На практике допускается работа оснований в фазе уплотнения (интервал I) и в начале фазы сдвигов (интервал II).

Для более обоснованного учёта работы основания, с целью получения экономичных решений, при расчёте фундаментов необходимо учитывать нелинейную работу основания на всём интервале давлений участка «II» (рис. 1). Нелинейность деформирования основания в данной стадии нагружения обусловлена появлением и развитием объёмов областей зон пластических деформаций (касательных напряжений) под подошвой фундамента.

Аналитически описать нелинейную зависимость $S_i=S_i(P_i)$ на всём интервале давлений участка «II» (рис. 1) возможно с использованием вычисляемого коэффициента нелинейности K_i' (ф. 1.10. [2]).

$$K_i' = \frac{P_{пр.} - 1,1P_{н.кр.}}{P_{пр.} - P_{н.кр.}(0,9 + 0,2i)} ; \quad (2)$$

Вычисление коэффициента нелинейности K_i' (фактически функциональной зависимости между I и II предельными состояниями) осуществляется для фундамента заданного размера, при различных давлениях $P_i = P_{н.кр.}(1 + 0,2i)$, при $i=1...n$, что позволяет рассчитать осадку упругопластического основания ($S_{yn.i}$) по формуле:

$$S_{yn.i} = S_{y(1,2P_{н.кр.})} \times K_i' , \quad (3)$$

где $S_{y(1,2P_{н.кр.})}$ – осадка фундамента на линейно-деформированном полупространстве при давлении соответствующем $1,2P_{н.кр.}$, может быть определена по рекомендациям СП 22.13330.2016 [1]. В проводимых лабораторных испытаниях $S_{y(1,2P_{н.кр.})} = S_{проп.}$ (по линейной части экспериментальной зависимости $S_i=S_i(P_i)$ на рис. 4).

При лабораторных испытаниях основные закономерности наступления и смены стадий напряженно-деформированного состояния основания можно проследить, увеличивая нагрузку на модель фундамента - штамп, установленный в лоток с песком (модель основания), и фиксируя его осадку.

Такое испытание называется штамповым (рис. 2). В настоящее время это основной полевой способ определения, модуля деформации (при диаметре штампа $D = 70$ см). Подобные испытания в лабораторных условиях с моделью штампа представлены на рис. 3.

Обычно результаты испытания оформляются в виде зависимости осадки от среднего давления по подошве штампа (рис. 1). Давление, соответствующее концу фазы уплотнения, называется пределом пропорциональности и обозначается $P_{проп.}$; давление, соответствующее концу фазы сдвигов, называется предельным и обозначается $P_{пр.}$ (рис. 1).

Рис. 2. Пример полевых штамповых испытаний грунтов оснований

1 - лоток с песчаным грунтом; 2 - рычажный пресс; 3 - штамп; 4 - индикатор

Рис. 3. Общий вид лабораторного испытательного стенда

Цель работы:

- ✓ получить в опыте зависимость $S_i = S_i(P_i)$ и определить $P_{\text{проп.}}$ и $P_{\text{пр.}}$ по участку, соответствующему фазе уплотнения;
- ✓ определить модуль деформации E ;
- ✓ сопоставить результаты лабораторных штамповых испытаний с расчётной аналитической зависимостью осадки, вычисленной по ф. (3).

Необходимое лабораторное оборудование: жесткий круговой лабораторный штамп диаметром $D=5\text{см}$, рычажный пресс для нагружения штампа (соотношение плеч рычага $n=10$), лоток с песчаным грунтом, индикатор (рис. 3).

В целях ознакомления с процессом производства работ при проведении полевых штамповых испытаний, рекомендуется просмотреть видео ролик:

<https://www.youtube.com/watch?v=aVNCSXqJsJw>

Порядок выполнения лабораторных испытаний и обработка результатов:

1. На подвеску пресса (рис. 3) уложить гирю массой $m_1=0,5\text{ кг}$, соответствующую первой ступени давления на штамп: $P_1 = 0,1m_1n/A$, где A - площадь штампа.
2. После стабилизации осадки взять отсчет по индикатору h_1 , мм. Значения m_1 , P_1 , h_1 записать в журнал.
3. Приложить вторую ступень нагрузки и т. д.
4. Испытания проводят до разрушения основания – формирование выпора грунта (резкой - провальной осадке штампа). За предельную принимают общую нагрузку на подвеске от последней ступени.
5. Строят график зависимости $S_i = S_i(P_i)$ и выделяют на нем участки, соответствующие трем фазам напряженно-деформированного состояния (см. рис. 1), определяя $P_{\text{проп.}}$, ($S_{\text{проп.}}$) и $P_{\text{пр.}}$.
6. Определяют модуль общей деформации по формуле теории линейно деформируемой среды (ф. Шлейхера - Буссинеска (см. главу 3[3]):

$$E = \omega(1 - \nu^2) \frac{D \cdot P_{\text{проп.}}}{S_{\text{проп.}}} \quad (4)$$

В данной работе $\omega = \pi/4$ (круглый жесткий штамп), $\nu = 0,3$ (песок).

7. Строят, с использованием аналитических вычислений по ф. 1, 2, 3, графическую зависимость $S_i = S_i(P_i)$, (использование «Mathcad», «Excel») и сопоставляют её с результатами проведённых испытаний.

Практическая часть: (Пример образца выполнения и оформления отчёта).

Лабораторная работа

(Выполнение дистанционно по заданному варианту задания в системе СДО ПГУПС)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОДУЛЯ ДЕФОРМАЦИИ ПЕСКА НА ОСНОВЕ ШТАМПОВОГО ИСПЫТАНИЯ

(Нелинейность деформирования основания при нагружении).

Диаметр штампа $D = 5$ см; Площадь штампа $A = 20$ см²

Соотношение плеч рычага $n = 10$.

Характеристики пылеватого песка: $\varphi = 30^\circ$; $c = 3$ кПа; $\gamma = 16$ кН/м³.

Результаты лабораторных испытаний по вдавливанию (осадке) штампа

Масса гирь на подвеске, кг, m_i	Давление $P_i = \frac{0,1m_i n}{A}$, МПа	Отсчет по индикатору, мм	Осадка S , мм	Масса гирь на подвеске, кг, m_i	Давление $P_i = \frac{0,1m_i n}{A}$, МПа	Отсчет по индикатору, мм	Осадка S , мм
1	2	3	4	1	2	3	4
		0,00		1,7	0,085	0,53	0,53
0,5	0,025	0,07	0,07	1,9	0,095	0,92	0,92
0,7	0,035	0,18	0,18	2,1	0,105	2,92	2,92
0,9	0,045	0,25	0,25	2,3	0,115	>6,11	
1,1	0,055	0,30	0,30				
1,3	0,065	0,32	0,32				
1,5	0,075	0,42	0,42				

Провальная осадка
– выпор грунта из-
под подошвы
штампа

Рис. 4. График зависимости осадки штампа от давления. 1 – кривая осадки $S_i = S_i(P_i)$ по результатам экспериментальных лабораторных испытаний; 2 – расчетная кривая $S_i = S_i(P_i)$ по результатам вычислений (ф. 1, 2, 3)

Табличные результаты испытаний представлены в графическом виде $S_i = S_i(P_i)$. Полученный график (рис. 4) позволяет определить:

- $P_{\text{проп.}} = 0,075$ МПа; $S_{\text{проп.}} = 0,042$ см – линейная зависимость $S_i = S_i(P_i)$;
- $P_{\text{пр.}} = 0,115$ МПа, – потеря устойчивости штампа (провальная осадка – выпор грунта за пределы подошвы штампа).

Тогда по ф. (4) получим: $E = \omega(1 - \nu^2) \frac{D \cdot P_{\text{проп.}}}{S_{\text{проп.}}} = \frac{\pi}{4} (1 - 0,3^2) \frac{5 \cdot 0,075}{0,042} = 6,4$ МПа

Найденный модуль деформации пылеватого песка $E=6,4\text{МПа}$ соответствует коэффициенту пористости $e=0,55$ или его плотному состоянию (см. табл. 1 в приложении к СП 22.13330.2016. [1]) <http://elima.ru/scripts/ground.php>.

Обработка результатов аналитических вычислений по ф. 1, 2, 3 позволяет также построить графическую зависимость $S_i=S_i(P_i)$, (использование «Mathcad», «Excel» - кривая 2 на рис. 4) и, таким образом, прогнозировать нелинейную работу основания для фундамента (штампа) заданного размера на всём диапазоне давлений, вплоть до предельного состояния. Более подробную информацию см. лекционный материал на сайте: <http://www.buildcalc.ru/Learning/SoilMechanics/Open.aspx?id=Chapter12>

Вывод. Сопоставление экспериментальных и расчётных результатов (кривые 1 и 2 на рис. 4) показывает их удовлетворительную сходимость, а, следовательно, обоснованность и возможность, использования результатов расчёта при решении различных геотехнических инженерных задач.

1. Свод правил. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/456054206>
2. Алексеев С. И. Механика грунтов, основания и фундаменты. Избранные главы. Учебное пособие (для магистрантов и аспирантов строительных специальностей), Издательство АСВ. М. 2019 г.
3. Механика грунтов, основания и фундаменты. Алексеев С.И., Алексеев П.С. учебное пособие для студентов вузов железнодорожного транспорта / Алексеев С. И., Алексеев П. С.. Москва, 2014. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=58871

Алексеев С.И.

Вероятностная оценка промерзания грунта как определяющий фактор глубины заложения фундаментов

*Петербургский государственный университет путей сообщения императора
Александра I
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/sr-10-08-2020-03

idsp: sciencerrussia-10-08-2020-03

Аннотация

Приведены результаты обработки измеренных глубин промерзания грунта по данным метеорологической станции как для поверхности с естественным покровом, так и для оголённой поверхности. Показана изменчивость средних значений глубин промерзания за отдельные десятилетия для сорокалетнего периода наблюдений. Ряд наблюдений за глубиной промерзания, в соответствии с нормальным распределением, может быть представлен как изменяющаяся величина с различной степенью вероятности. Предложена методика вычисления глубины промерзания грунта, которая в зависимости от сложности решаемой задачи, использует вероятностный подход с различной степенью обеспеченности.

Ключевые слова: Глубина промерзания грунта, глубина заложения фундаментов, вероятностная оценка промерзания, средняя температура за зимний период, вероятностная шкала, обеспеченность повторяемости промерзания.

Введение

Надёжность и долговечность эксплуатации фундаментов лёгких сооружений в большой степени зависит от глубины заложения или от степени пучинистости промерзающего окружающего грунта. Как известно, процесс пучения грунта в природных условиях отличается крайней неравномерностью, поскольку на него влияют большое количество факторов. Одним из важных и определяющих является фактор

промерзания. Данное явление очень изменчиво, особенно для поверхности с естественным покровом, зависит от геолого-географической среды.

Глубина промерзания по рекомендации СП 22.13330.2016 [1]

Большинство разработанных методов расчёта по определению глубины промерзания основания зависят, в основном, от степени изученности теплофизических свойств грунтов, изменяющихся во времени, и климатических особенностей района строительства. В этом отношении, наиболее достоверными являются данные, полученные экспериментальным путём. Следует отметить, что систематических и массовых наблюдений за глубиной промерзания грунта для целей строительства проводилось недостаточно, а имеющиеся сведения очень разрознены, поэтому в нормативной литературе рекомендуется определять глубину промерзания (d_{fn}) по эмпирической формуле [1]:

$$d_{fn} = d_0 \sqrt{M_t}, \quad (1)$$

где M_t - безразмерный коэффициент, численно равный сумме абсолютных значений среднемесячных отрицательных температур за зиму в данном районе. Данная величина определяется по СП строительной климатологии и геофизике, а при отсутствии в них данных для конкретного пункта или района строительства - по результатам наблюдений гидрометеорологической станции, находящейся в аналогичных условиях с районом строительства; d_0 - эмпирический коэффициент, зависящий от гранулометрического состава грунта.

Расчёт по формуле (1) используется в основном при проектировании фундаментов, а в условиях глубокого сезонного промерзания является приближённым, к тому же вряд ли его можно считать достаточно надёжным. Это обстоятельство легко определить исходя из величины M_t , которая изменяется из года в год в широких пределах и даёт лишь около 50% обеспеченности, что для большинства возводимых сооружений недостаточно.

Изменчивость глубины промерзания

Приведём результаты наблюдений за глубиной промерзания грунта, к примеру, на метеорологической станции г. Иркутска. Легко заметить их значительную изменчивость, как в отдельные годы, так и десятилетия. Средние значения глубин промерзания грунта за отдельные десятилетия (сорокалетний период) приведены на рис. 1. За представленный расчётный период наблюдений глубины промерзания, взятые величины за отдельные десятилетия имеют значительную амплитуду колебаний относительно среднего значения. Наибольшие изменения глубин промерзания наблюдаются для поверхности с естественным покровом, очевидно, что в этом случае наиболее существенным фактором является снежный покров. Следует отметить, что за этот же расчётный период наблюдений, максимальная и минимальная глубина промерзания грунта под поверхностью с естественным покровом, взятая по климатологическому справочнику, достигли:

- 196 см в зиму 1935-1936 гг.,
- 92 см в зиму 1962-1963 гг.

Под оголённой поверхностью соответственно:

- 296 см в зиму 1928-1929 гг.
- 250 см в зиму 1920-1921 гг.

Проведя обработку ряда измерений глубины промерзания грунта, наблюдавшиеся на метеорологической станции г. Иркутска, например, с 1930 по 1969 гг. под поверхностью с естественным покровом, получим следующие статистические характеристики ряда:

- Среднее арифметическое $h=144$ см;
- Дисперсия $S=494,17$ см²;

- Среднее квадратичное отклонение $S_x=22,3$ см;
- Максимальная амплитуда колебаний $A=104$ см;
- Коэффициент вариации $V=0,153$ см;
- Коэффициент асимметрии $\beta_1=0,2708$;
- Эксцесс $\beta_2=-0,1455$

Средняя из максимальных глубин промерзания грунта по метеорологической станции г. Иркутска: а – оголенная поверхность; б – поверхность с естественным покровом; 1 – за отдельные десятилетия; 2 – за весь период

Рис. 1. Динамика изменений глубин промерзания грунта по метеорологической станции г. Иркутска (сорокалетний период наблюдений)

Полученные характеристики, зависящие в конечном итоге от температуры воздуха, высоты снежного покрова и влажности грунта, не позволяют с достаточной надёжностью дать обычными методами, рекомендованными в нормативных документах, количественную оценку глубины промерзания.

Для решения подобных задач применительно к районам глубокого сезонного промерзания необходимо подходить с вероятностной оценкой [2]. Для этого, используя вычисленные характеристики – статистики наблюдений, находим вероятностную закономерность закона изменения. Поскольку вычисленные значения β_1 и β_2 близки к нулю, а также соблюдаются условия: $|\beta_1| \leq 3S_{\beta_1}$ и $|\beta_2| \leq 5S_{\beta_2}$ [3],

$$S_{\beta_1} = \sqrt{\frac{6(n-1)}{(n+1)(n+3)}}; \quad S_{\beta_2} = \sqrt{\frac{24n(n-2)(n-3)}{(n+1)^2(n+3)(n+5)}}; \quad (2)$$

где n – число членов ряда, то наблюдаемое распределение можно с достаточным приближением считать нормальным [4].

Таким образом, глубину промерзания грунта следует рассматривать как вероятностную характеристику. В этом случае целесообразно использовать методику вычислений, разработанную М.В. Завариной [2], определяя функцию распределения вероятностей $F(a)=P(x \geq a)$, которая широко применяется в строительной климатологии.

Вероятностная оценка глубины промерзания

Для большей наглядности воспользуемся графическим методом изображения измеренных значений глубин промерзания грунта, на бумаге с вероятностной шкалой, в прямоугольной системе координат, разработанным А. Хазеном [5].

Построив по результатам измерений для метеостанции г. Иркутска номограмму расчёта максимальных глубин промерзания под оголённой поверхностью различной степени вероятности F (рис. 2), получим:

- Максимальную глубину промерзания грунта, возможную раз в 10 лет – 281 см ($F=10\%$);
- Раз в 20 лет – 284 см ($F=5\%$);
- Раз в 50 лет – 287 см ($F=2\%$).

Все эти значения существенно превосходят средний максимум, вычисленный за тот же период обычным способом (рис. 1).

Рис. 2. Номограмма для расчёта максимальной глубины промерзания грунта на метеорологической станции г. Иркутска: 1 – оголённая поверхность (по годовым максимумам); 2 – поверхность с естественным покровом (по формуле Пуассона, с вероятностью промерзания $H \geq 150$ см)

Поскольку период наблюдений за глубиной промерзания на большинстве метеорологических станций мал (< 25 лет), то для получения вероятностных значений целесообразно воспользоваться законом Пуассона. Проведя расчёты по этому методу для поверхности с естественным покровом, и нанеся их на бумагу с вероятностной шкалой, получим номограмму для расчёта максимальных глубин промерзания различной вероятности (рис. 2). Полученные расчётом величины максимальных глубин промерзания грунта, возможные раз в 10, 20 и 50 лет, также будут значительно превосходить средний максимум, вычисленный за тот же период обычным способом (рис. 1).

Таким образом, в районах глубокого сезонного промерзания для получения надёжных данных по величине глубины промерзающего слоя грунта наиболее целесообразно в расчётах подходить с вероятностной оценкой имеющихся значений в зависимости от ответственности возводимого сооружения.

Вероятность изменения температур воздуха за зимний период

Следует подчеркнуть, что многолетние наблюдения за сезонно мёрзлым слоем грунта, проводимые на метеорологических станциях, дают возможность оценить вероятностные значения промерзания грунта, главным образом, во временной динамике. Поэтому применимость полученных значений может быть распространена только на территории вблизи станций наблюдения при условии идентичности геолого-географической среды. Это объясняется, прежде всего, влиянием комплекса природных

факторов на мощность сезонно мёрзлого слоя грунта и большой вариабельностью её не только во времени, но и в пространстве.

В тех случаях, когда при проектировании фундаментов в районах глубокого сезонного промерзания, использовать методику определения глубины промерзания грунта с вероятностной оценкой имеющихся данных не представляется возможным, так как необходимых наблюдений практически нет, неизбежно применение теплотехнических расчётов, изложенных в нормативных документах [1]. Однако в вычислениях (1), как представляется, целесообразно находить не величину M_t , которая даёт лишь 50% обеспеченности, что для большинства проектных решений недостаточно, а учитывать возможные отклонения от среднего значения с различной степенью вероятности. Для этого рассмотренная методика используется при определении температур воздуха с различной степенью вероятности изменения их за зимний период по данным ближайшей метеорологической станции.

Заключение

1. В районах глубокого сезонного промерзания для получения надёжных данных по величине глубины промерзающего слоя грунта наиболее целесообразно в расчётах подходить с вероятностной оценкой имеющихся значений в зависимости от ответственности возводимого сооружения.

2. Проектировщик, с заданной степенью обоснованности, в зависимости от решения поставленной задачи (степени ответственности сооружения), при помощи расчётов может находить глубину промерзания грунта с различной степенью повторяемости данной величины (рис. 2). Так, при расчёте глубины промерзания грунта с вероятностью:

- $F=20\%$, получим повторяемость данной величины не чаще чем раз в 5 лет.
- $F=5\%$, получим повторяемость данной величины не чаще чем раз в 20 лет.
- $F=2\%$, получим повторяемость данной величины не чаще чем раз в 50 лет.

Выбор окончательного решения с любой степенью вероятности зависит от степени ответственности решаемой задачи и решается индивидуально.

1. Свод правил. СП 22.13330.2016. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*. СП 22.13330.2011. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200084710>
2. Заварина М.В. Строительная климатология. Л., Гидрометеиздат, 1976 г.
3. Митропольский А.К. Техника статистических вычислений. М., «Наука», 1971 г.
4. Вентцель С.В. Теория вероятностей. М., «Наука», 1964 г.
5. Шторм Р. Теория вероятностей, математическая статистика, статистический контроль качества. М., «Мир», 1970 г.

Корвякова С.М., Корвякова О.Я.

Эволюция малых архитектурных форм (МАФ) как объектов градостроительной среды в России с XVIII до начала XXI веков (3 части, 1-я часть)

*Воронежский государственный технический университет
(Россия, Воронеж)*

doi: 10.18411/sr-10-08-2020-04

idsp: sciencerrussia-10-08-2020-04

Аннотация

Статья посвящена вопросу развития и смене малых архитектурных форм с течением времени. Приведены примеры малых архитектурных форм по каждому виду

согласно классификации на различных этапах эволюции отечественной архитектуры. Рассмотрен внешний вид малых архитектурных форм и материалы, применяемые для их создания, по мере изменения архитектурных стилей и научно-технических преобразований в России.

Ключевые слова: малые архитектурные формы, элементы благоустройства, благоустройство городов, благоустройство территорий, садово-парковая архитектура, архитектурно-художественная среда, реконструкция, реновация.

Такие объекты градостроительной среды как район города, поселение, дворцово-парковый ансамбль, усадьба не могут существовать без малых архитектурных форм (МАФ). При реставрации, восстановлении мест, исторически значимых для их сохранения, возникает вопрос о МАФ того или иного периода. Их присутствие в градостроительной среде необходимо, так как они служат последовательно переходной формой к восприятию архитектуры большого сооружения, или контрастируют с ним, или являются самостоятельным архитектурным элементом и звеном, связывающим человека с природой. Они создают необходимый фон и являются частью исторической среды объекта культурного наследия.

Цель исследования – анализ развития каждого вида МАФ с XVIII века до наших дней в России согласно классификации.

Поставленная цель определила задачи исследования: собрать примеры каждого вида МАФ с XVIII – начало XXI веков, проследить их качественные изменения художественного стилистического порядка, отметить изменения в применении строительных материалов и в конструктивных решениях вследствие научно-технического развития России.

Малые архитектурные формы (МАФ) – это архитектурные сооружения или элементы, предназначенные для архитектурно-планировочной организации городской среды и ландшафтно-эстетического обогащения территории в целом.

В ранее представленных исследованиях [1, с.3-6] предлагалась новая классификация МАФ, учитывающая их предназначение в пространстве и функциональные особенности (Таблица 1).

Таблица 1

Малые архитектурные формы	
Общие	Специальные
<ul style="list-style-type: none"> • имеющие внутреннее пространство • ограждающие и формирующие путь и пространство • городская и садово-парковая мебель • информирующие людей • монументально-декоративные объекты 	<ul style="list-style-type: none"> • религиозные (ритуальные) • мемориальные • спортивные • детские • для отдыха и развлечения • тематические • праздничные

В данных исследованиях рассмотрена эволюция МАФ каждого вида.

1. **Общие малые архитектурные формы (МАФ)** включают:

- МАФ, имеющие внутреннее пространство

К малым архитектурным формам этого вида относятся : летние театры, небольшие летние кафе, перголы, теплицы, ротонды, берсо, киоски, павильоны, беседки, вольеры, палатки, ларьки, остановки общественного транспорта, навесы и т.п. сооружения, которые обладают несложными, но самостоятельными функциями. Они дополняют архитектуру ансамблей парков, площадей, улиц и являются элементами их благоустройства.

Первая половина XVIII века характеризуется в мировой архитектуре как эпоха барокко. Талантливые архитекторы создали необычайно яркий и жизнерадостный

стиль, сумели органически сочетать внешнюю парадность и представительность архитектуры с простотой и логичностью плана, монументальность архитектурной композиции отдельных зданий с художественным единством ансамбля в целом, где не малая роль отводилась МАФ. В парках и садах они создавали ощущение необычности и неожиданности при восприятии окружающего пространства. В эпоху барокко активно применяли скульптурные и декоративные мотивы при создании даже небольших сооружений.

Описания и изображения малых архитектурных форм того столетия сохранились в архивных документах и графических материалах (Рис.1.1-1.4). На планах и гравюрах XVIII века изображены МАФ этого вида: перголы, беседки, галереи.

Рис. 1.1 – Екатерингоф. Гравюра А. Зубова 1717 г. [2]

Рис. 1.2 – Каменный остров. Усадьба Бестужевых-Рюминых. Галерея. Гравюра по рисунку М. Махаева [2]

Рис. 1.3 – Проект образцовой усадьбы. Арх. Д. Трезини. Нач. XVIII в.

Рис. 1.4 – Проект образцовой усадьбы. Арх. Д. Трезини. Нач. XVIII в. [2]

Первая половина XVIII века в России отмечается закладкой и строительством царем Петром I новой столицы российского государства – Санкт-Петербурга. Среди замечательных исторических и архитектурных памятников, связанных с основанием этого города, одно из первых мест отводится Летнему саду. Характерная для первой четверти XVIII века строгость планировки выдержана здесь, несмотря на обилие узорчатых партеров, разнообразных боскетов и затейливых сооружений.

Декоративное убранство этих мест постепенно обогащалось МАФ. Павильоны, беседки украшались затейливой скульптурой: крылатыми гениями, драконами, грифонами... (Рис. 1.5-1.6). [3, с.12]

Рис. 1.5 - Садовые беседки. Нач. XVIII в. [4]

Рис. 1.6 - Проекты садовых беседок из альбомов петровского времени. [2]

Рис. 1.7- Нижний парк. Вольер. Петергоф. Фото автора, 2009 г.

Большое строительство дворцово-парковых ансамблей ведется в пригородах Санкт-Петербурга. Петергоф – одно из мест, где возводились разнообразные МАФ, имеющие внутреннее пространство. Это – восьмигранные беседки, большие и малые люстгаузы, трельяжные берсо, крытые вольеры. Первые трельяжные решетчатые беседки и крытые аллеи (перголы) в Верхнем саду были устроены в 1723 году. Они делались из квадратных брусков толщиной от 10 до 2 см и окрашивались зеленой и белой масляной краской. В 1737 – 1740-х годах по проектам И. Бланка, И. Давыдова были возведены беседки и крытые аллеи, которые затянуты парусным холстом, причем в беседках они декорировались росписью.

Петергофские Вольеры (франц. les voliers – птичник) сооружены в 1721-1722 годах по проекту Н. Микетти. Один из Вольеров решен в виде многогранной беседки с

куполом и световым фонариком (Рис. 1.7). Стены павильона почти сплошь прорезаны широкими мелко застекленными полуциркульными проемами, которые начинаются от цоколя и доходят почти до карниза. Снаружи простенки, цоколь и карниз были облицованы туфом, устричными раковинами и «изгарью» (так назывались в XVIII веке отходы, получаемые при плавке чугуна). Купол Вольера внутри декорирован изображениями Дианы и Актеона, гирлянд из листьев и цветов, ветвей и венков; простенки между проемами украшены орнаментами. Роспись купола и стен Вольера исполнил Л. Каравакк. [5]

Классического типа трельяжи имели барочный трельяжный декор: решетки были окрашены в зеленый цвет, колонны, базы, капители с карнизами – в белый, а розетты и вазы – в золотисто-желтый.

Вторая половина XVIII века в России – эпоха формирования и расцвета архитектурного направления, обычно именуемого русским классицизмом, или русской классикой. После пышности и роскоши, характерных для архитектуры предшествующего периода, намечается стремление к целесообразности, простоте и конструктивной оправданности архитектурных форм. Искусство архитектуры классицизма ориентировалось на античность, известную по сохранившимся памятникам Древней Греции и Рима, по трудам Витрувия. Основой архитектурного языка классицизма становится ордер, который в барокко играл лишь декоративную роль. Следуя этому стилю, МАФ отличается красота и ясность. Они лишены пышного декора.

Архитектура русского классицизма прошла три этапа – раннюю стадию (архитекторы В.И. Баженов, И.Е. Старов, М.Ф. Казаков и др.), период строгого стиля (архитекторы А. Ринальди, Джакомо Кваренги, Чарльз Камерон и др.) и поздний период (архитекторы А.Н. Воронихин, А.Д. Захаров, К.И. Росси и др.). Смена архитектурного стиля нашла свое отражение и в облике МАФ.

МАФ на этапе раннего классицизма (вторая половина XVIII века) рассмотрены на примере городских дворянских усадеб, которые в большом количестве возводились в это время в Москве и Подмосковье. Ни одна усадьба не обходилась без возведения МАФ. Они дополняли и создавали художественную индивидуальность и разнообразие в композиционных приемах построения архитектурного ансамбля.

Смена стилей – это борьба старых представлений с возникающими качественно новыми проявлениями. Подмосковный ансамбль Кусково создавался на протяжении нескольких десятилетий. Сохранился рисунок декоративного павильона – беседка для посетителей зверинца на территории усадьбы (Рис. 1.8). «Павильон этот представлял разных смешение стилей: барочные лестницы, строгая колоннада с антаблементом тосканского ордера и шпалеобразная крыша, увенчанная шаром с символическим изображением солнца». [6, с.31]

Великие зодчие В.И. Баженов и М.Ф. Казаков, исходя из традиций древнерусского зодчества конца XVII века, на основе достижений русской классической архитектуры создали новый архитектурный стиль, названный «псевдоготикой». Замечательным памятником этого стиля является дворцово-парковый ансамбль Царицыно. Дворцовые здания, арочный мост, мост через широкий овраг, Фигурные ворота (Виноградные ворота), выполненные из красного кирпича в сочетании с деталями из белого камня, создают единую композицию усадьбы. Одним представителем МАФ, выполненных в классических формах, является павильон «Золотой сноп» («Цецера») (Рис. 1.9). Круглая в плане беседка выполнена из белого камня. Плоский широкий антаблемент с сильно вынесенным карнизом покоится на восьми стройных ионийских колоннах. Центр купола увенчивался жестяным раскрашенным снопом с вызолоченными колосьями, а внутри возвышалась статуя богини Цецеры. «Храмом «Цецеры», исключительным по своей стройности и

графической четкости, Баженов положил начало распространенному садовому сооружению, без которого редко обходилась дворянская усадьба конца XVIII- начала XIX столетий». [7, с.108]

Рис. 1.8 - Беседка в бывшем зверинце усадьбы Кусково, XVIII век [6]

Рис. 1.9 - Павильон «Золотой сноп» («Церера»). Царицыно. [8]

Рис. 1.10 - Беседка в парке. Михалково. Конец 70-х гг. XVIII в. [9]

Рис.1.11 - Беседка на острове. Быково. 80-е гг. XVIII в. Арх. В.И. Баженов [9]

Рис. 1.12 - Кухня-руина. Акварель Д. Кваренги. 1785-1786 гг. [10]

Рис. 1.13 – Вид на павильон Трех граций. Царское Село. Екатерининский парк. Арх. Ч. Камерон [5]

В конце 70-х годов XVIII века выстроена усадьба Михалково. В усадьбе имеется регулярный липовый сад, где сохранились две круглые беседки. Обе они обработаны парными колонками и поверх кровли завершены белокаменными гуртами и подобием капителей, украшенных акантами, также высеченными из белого камня (Рис. 1.10). [9]

В усадьбе Быково, принадлежавшей начальнику по строительству Кремлевского дворца М.М. Измайлову, В.И. Баженов создает на берегу пруда в распространенных на тот период классических формах беседку (Рис. 1.11). [9]

Во второй половине XVIII века в Россию прибыл замечательный итальянский архитектор – Джакомо Кваренги, который много своих творений посвятил созданию малых форм. В 1785-1786 годах в Екатерининском парке он создает искусственные руины, один из видов МАФ, являющиеся обязательной принадлежностью пейзажных парков XVIII и первой половины XIX веков. Архитектор разрабатывает свои руины на основе архитектурного языка классицизма (Рис. 1.12). «Кваренги решил павильон круглым в плане, усложнив его конфигурацию двумя прямоугольными выступами. Криволинейные части фасада, между выступами, обработаны колоннами. Зодчий воспользовался бывшими в его распоряжении фрагментами подлинных античных памятников – мраморными капителями, карнизом и фризом с высеченными гирляндами. Вход в павильон оформлен в виде полуциркульной ниши, в глубине которой помещена дверь. В верхней части стен, отделенной от нижней профилированной тягой, в промежутках между колоннами установлены шесть гипсовых барельефов, отлитых скульптором Альбани. В нишах на фасадах Кваренги поместил античные скульптуры и, кроме того, расставил несколько скульптур внутри павильона». [10, с.84] Всей архитектурной форме придан характер глубокой древности.

Выдающийся английский архитектор Чарльз Камерон, творивший в эпоху классицизма, продолжает украшать Павловский парк малыми архитектурными формами. Павильон Трех граций построен в 1801 году архитектором П.Д. Шретером по чертежам Ч. Камерона (Рис. 1.13). Простота композиционная, главенствующая роль ордера, изысканность пропорций – все отражено в этом произведении и выражает черты строгого классицизма.

Блестящий расцвет классического направления в русской архитектуре второй половины XVIII столетия получил свое завершение в архитектуре первой половины XIX века. Одним из представителей этого этапа был А.Н. Воронихин. «Автор монументальных зданий, занимающих виднейшее место в ансамбле города, Воронихин был в то же время замечательным мастером «архитектурной миниатюры» - небольших парковых павильонов, различных «малых форм...». [11, с. 72]

Музей архитектуры Всесоюзной академии архитектуры, располагая значительной коллекцией чертежей А.Н. Воронихина, издал их отдельным альбомом. В разделе «Малые архитектурные формы» представлены чертежи проектов малых архитектурных форм, датируемые началом XIX века (Рис. 1.14-1.18). [12]

Рис. 1.14 - Планы павильонов для фонтанов. Чертеж начала XIX в.

Рис. 1.15 - Галерея с фонтаном в Петергофе, продольный разрез.

Рис. 1.16 - Галерея с фонтаном в Петергофе, торцовый фасад.

Рис. 1.17 - Галерея с фонтаном в Петергофе, поперечный разрез.

Рис. 1.18 - План ротонды. Чертеж начала XIX в.

В создании замечательных ансамблей Петербурга огромный вклад сделан выдающимся архитектором К.И. Росси. Хотя ведущий архитектор Петербурга начала XIX века прославился своими классически стройными решениями при создании грандиозных городских ансамблей, сооружения малых форм занимали в его творчестве не последнее место. В 1814 году Росси вернулся в Петербург и, как в юные годы, когда был учеником, а потом помощником Бренна, участвуя в отделке помещений Павловского дворца и возведении декоративных парковых сооружений, стал трудиться в Павловске.

«Росси спроектировал и построил семь павильонов. Наибольший интерес из них представляют существующая и сейчас полуротонда (павильон Марии) и не дошедшая до нас ротонда... Эта круглая в плане постройка была образована двухрядной колоннадой римско-дорического ордера. Она была пристроена к торцу оранжереи и увенчана куполом». [13, с.158] Стройная колоннада и кессонированный, покрытый росписью купол придавали интерьеру павильона строгую парадность (Рис. 1.19-1.20).

Павильон Росси (беседка над памятником И. Мартоса) представляет собой круглую в плане колоннаду, поддерживающую кровлю-купол (Рис. 1.22).

Павильоны в Павловском парке [13, с.162-163]

Рис. 1.19 – Фасад и план Павильон Марии (проект 1816 г., постройка 1914 г.)

Рис. 1.20 – Павильон-ротонда (проект 1815 г.) Фасад и разрез

Рис. 1.21 – Трельяжная беседка (проект 1820 г.)

Рис. 1.22 – Павильон Росси (проект 1815 г.)

От Михайловского дворца до берегов Мойки простирался большой пейзажный сад, распланированный по проекту Росси и архитекторов И.Иванова и А. Менеласа. Садовый павильон, который Росси возвел у берега Мойки, обращен к саду сквозной полуротондой-аркадой (Рис. 1.23). Центральный его зал фланкируется по бокам небольшими закрытыми помещениями. Их плафоны были покрыты росписью.

Существовавший в глубине Летнего сада, значительно пострадавшего во время наводнения 1824 года, грот Росси перестроил в 1826 году в «Кофейный домик» (Рис. 1.24). При его строительстве К.И. Росси использовал фундамент и частично стены петровского грота, сохранил его снутреннюю структуру. Это одноэтажное

прямоугольное в плане кирпичное здание с низким куполом на крыше и железной кровлей, декорированное скульптурными барельефами.

«Малые формы в ансамбле Михайловского дворца и сада. [13, с.116-117]

Рис. 1.23 - Садовый павильон на берегу реки Мойки. Фасад. Утв. проект (1823 г.); план садового павильона (проект); современный вид павильона.

Рис. 1.24 - Кофейный домик в Летнем саду. Фасады со стороны сада (вариант) и реки Фонтанки. Утвержденные проекты Росси. 1826 г.»

Развитие архитектуры в XIX веке происходит в направлении постепенного отхода от классицизма в сторону эклектизма (ретроспективного использования разных стилей в одном сооружении). Классицизм перестал удовлетворять потребности общества, т.к. он не давал возможности выявить особенности национальных культур, а его планировочные решения во многом ограничивали использование новых конструкций. Вторая половина XIX и начало XX веков архитектура эклектизма дает пеструю картину сочетания самых различных стилистических воздействий. Ансамбли приобретают все больше романтическую окраску. В этот период архитекторы в свои произведения вносят черты готического стиля, позже приходит увлечение барокко, рококо. Наряду с западными стилями русские зодчие обращаются к формам архитектуры Древней Руси. В конце XIX – начале XX веков возникают новые течения – модерн и неоклассицизм. Эти изменения стилистического порядка находят свое отражение в МАФ.

Царская резиденция XIX – начала XX века – дворцово-парковый ансамбль «Александрия». Вместе с планировкой парка архитектор А. Менелас возводит постройки в готическом стиле. В 1890 году Ган исполнил проект металлической беседки в том же архитектурном стиле (Рис. 1.25).

Сохранилась фотография Гостиницы «Националь» (дом Варваринского Акционерного Общества), Москва, ул. Тверская, дом №1, 1901 -1902 гг. (Рис. 1.26). [14] Архитектором этого здания был Иванов А.В., принадлежавший к старшему поколению архитекторов московского модерна. Напротив гостиницы хорошо видны киоски, которые имеют не совсем обычную конфигурацию крыши. Она имеет плавные линии. Вероятно, на центральных улицах старались устанавливать киоски и павильоны, согласующиеся по своему стилю с заметными произведениями (в данном случае в стиле модерн). На другой фотографии начала XX века хорошо виден киоск с шатровой крышей (Рис. 1.27).

Рис. 1.25 - Готическая беседка. Арх. Ган, 1890 г.. [5]

Рис. 1.26 - Киоски на Тверской улице. Москва. Нач. XX в. [14]

Рис. 1.27 – Киоск на Смоленском бульваре. Москва. Нач. XX в. [14]

Рис. 1.28 – Деревянные киоск и беседка. 1954 г. [15]

Рис. 1.29 – Киоск. Воронеж. Фото автора, 2019 г.

Рис. 1.30 – Беседка. Проектное решение. 2017 г. [16]

Рис. 1.31 - Галерея полуротонда с тентовой крышей из пленки. Проект.

Рис. 1.32 – Навес-беседка со сферической крышей из пластика. Проект.

В период становления советской архитектуры, после революции 1917 года, развитие МАФ, имеющие внутреннее пространство, идет по пути упрощения и стандартизации конструкций, создания унифицированных элементов для возможности их быстрого возведения и широкого применения (Рис. 1.28).

В XXI веке при изготовлении МАФ, имеющих внутреннее пространство, широко применяются современные искусственные материалы: пленка, пластик на металлическом сборно-разборном каркасе (Рис. 1.30-1.32). [16] Открытие новых искусственных материалов дает возможность использовать этот вид МАФ и как объекты, информирующие людей. Навесы, остановки общественного транспорта, одна ограждающая сторона которых выполнена в виде светового короба, становятся одновременно носителями информации.

- МАФ, ограждающие и формирующие путь и пространство

К этому виду МАФ относятся: ограды, лестницы, мостики, подпорные стенки, входные группы, ограждения, пристани, балюстрады, ворота ...

В первой половине XVIII века в России получает распространение архитектура стиля барокко. Термин барокко переводят как «причудливый», «странный», «вычурный». Эти признаки стиля можно отметить и в МАФ, ограждающих и формирующих путь и пространство (Рис.1.33-1.35).

Рис. 1.33 - Садовые ворота и ограда петровских времен. [4]

Рис. 1.34 – Ворота и ограда Летнего сада. С рисунка М. Махаева.1753 г. [2]

Рис. 1.35 - Дом Пащикова. Ворота и ограда со стороны Ваганьковского пер.Москва, 1784 г. [17]

Возникновение Петергофа (Петродворца) связано с окончательным утверждением России на берегах Балтийского моря в начале XVIII века и с основанием приморской столицы – Санкт-Петербурга. За годы строительства возводились не только дворец и крупные постройки, но и МАФ.

В первой половине XVIII века ограждения делались из деревянных реек. В Петербурге работала специальная группа столяров, которые занимались изготовлением деревянных трельяжных деталей. Трельяжные или брусчатые деревянные решетки очень тонкой работы составляли ограды, ворота, беседки, галереи. Так, в 1759-1761 годах по проекту архитектора Б.Ф. Растрелли бассейны Верхнего сада Петергофа были окаймлены фигурными трельяжными резными золочеными решетками. [5]

Деревянные решетки, служащие ограждением, были и в подмосковной усадьбе Кусково (хорошо видно на гравюре П. Лорана) (Рис. 1.37).

Распространены были ограды, состоящие из кирпичных столбов с алебастровыми украшениями сверху и звеньев между ними из деревянного штакетника. Сохранилось описание ограды Верхнего сада Петродворца. «Верхний сад с трех сторон окаймлен оградой. Сто пятьдесят кирпичных профилированных столбов с алебастровыми маскаронами делят ее на звенья, составленные из деревянных пик на кирпичном цоколе. Со стороны Красного проспекта ограда прорезана главными воротами в виде монументальных пилонов с парными колоннами, завершенных сложно профилированными карнизами и пышными постаментами для скульптур. Между пилонами навешены железные кованые створы...

Первоначальным ограждением Верхнего сада служили каналы, вырытые в 1715 году по плану, сделанному Петром I. Вдоль каналов, обвалованных булыжным камнем, в 1722-1723 годах поставлен невысокий забор, окрашенный масляной краской и

оббитый тонкими прутьями. В 1737-1739 годах территория Верхнего сада по проекту И. Бланка окаймлена трельяжной оградой. С небольшими изменениями она сохранилась до середины XVIII века». [5, с.342] К середине века Ф.Б. Растрелли окружает Верхний сад монументальной оградой с коваными ажурными решетками, каменными воротами и столбами.

Ограда из кирпичных столбов с алебастровыми вазами сверху и кованых решеток окаймляет усадьбу Кусково работы мастеров села Павлова (Рис. 1.38).

Характерная для стиля барокко кованая ограда, созданная из прутьев с позолоченными накладными декоративными фигурами из специального полосного металла, – ограда Екатерининского дворца (Рис. 1.39). Центральные ворота и решетки между полукруглыми служебными флигелями – циркумференциями, были выкованы по чертежам архитекторов С.И. Чевакинского и Ф.Б. Растрелли мастерами Сестрорецких оружейных заводов. Кованые решетки являются трехчастными (калитка, двухстворчатые ворота, звено ограды) и отличаются сложным барочным рисунком. Как и ворота, они декорированы накладными акантовыми орнаментами, которые в свою очередь, покрыты позолотным слоем. Пилоны центральных ворот были увенчаны резными вазами, а пилоны боковых ворот – военной арматурой. Работы по созданию ворот и решеток были закончены к 1761 году.

Рис. 1.36 - Кусково. Перспектива на церковь в Вешняках и Каскады в конце канала. Гравюра П. Лорана по рис. М. Махаева. 1760-е гг. [18]

Рис. 1.37 - Голландский домик. Кусково. Гравюра П. Лорана по рис. М. Махаева. 1760-е гг. [18]

Рис. 1.38 - Кованая ограда парка. Кусково. 1770 г. [18]

Рис. 1.39 - Большие ворота в дворцовой ограде. Екатерининский дворец. Царское Село. Арх. Ф.Б. Растрелли. [5]

Рис. 1.40 - Морская терраса. Петергоф. Гравюра С.Ф. Галактионова по картине С.Ф. Щедрина (1745 – 1804 гг.). [5]

Большое распространение в садово-парковых ансамблях XVIII века получили балюстрады. В Петергофе они установлены на морской террасе, на границе Верхнего сада и Нижнего парка, у многих фонтанов.

Морская терраса перед Монплезиром ограждена балюстрадой из пудостского известняка с массивными каннелированными тумбами и балясинами (Рис. 1.40). В 1721-1723 годы по краю террасы установили деревянную балюстраду и вымостили ее геометрическим узором из разноцветных голландских кирпичей. В 1787-1788 годах деревянную балюстраду заменили новой из пудостского известняка.

Балюстрады как МАФ можно увидеть на гравюрах П. Лорана в Кусково (Рис. 1.36) и в парке Ораниенбаума.

Вторая половина XVIII века – эпоха формирования и расцвета архитектурного направления - русского классицизма (ранний классицизм).

Сложение русской классической школы в архитектуре второй половины XVIII века и ее расцвет связаны с творческой деятельностью великих русских зодчих В.И. Баженова, И.Е. Старова и М.Ф. Казакова. Национально-романтическая архитектура, в формах которой создано Царицыно, получила широкое распространение в усадьбах.

В подмосковной усадьбе Михалково входная группа выстроена в псевдогоthicком стиле. Главные ворота усадьбы фланкированы восьмигранными башнями, завершенными двурогими зубцами. Пилоны боковых въездных ворот нарядно украшены стрельчатыми арками и кокошниками. Декор этих пилонов

повторяет детали убранства, позже разработанные Казаковым в Царицыно (Рис. 1.41-1.42). [9]

Рис. 1.41 - Башни главного въезда в усадьбу. Михалково. Конец 70-х гг. XVIII в. Арх. В.И. Баженов

Рис. 1.42 - Пилоны боковых въездных ворот. Михалково. Конец 70-х гг. XVIII в. Арх. В.И. Баженов. [9]

Рис. 1.43 - Главный въезд в усадьбу. Валуево. Вторая половина XVIII века.

Рис. 1.44 - Круглая башня ограды. Валуево. Первая треть XIX века. [9]

Рис. 1.45 - Въезд в усадьбу. Марфино. Литография 40-х годов XIX в.

Рис. 1.46 - Мост. Марфино. 1837-1839 гг. Арх. М.Д. Быковский. [9]

Архитектура подмосковной усадьбы Валуево, принадлежавшая известному библиофилу, ученому и археологу А.И.Мусину-Пушкину, выдержана в классических формах второй половины XVIII века; но круглые башни, стоящие у въезда на хозяйственные дворы, говорят о романтическом течении в искусстве 30-х годов XIX века.

«Готика» XIX века развивалась в России в известной мере под воздействием национально-романтической архитектуры, созданной Баженовым В.И. и Казаковым М.Ф.. Среди подмосковных (ныне в черте города), построенных в романтических формах, лучше других сохранилась большая усадьба Марфино.

Усадьба, отстроенная при Салтыковых в конце XVIII века, в 1812 году была разграблена и сожжена стоявшими здесь наполеоновскими солдатами. В 1837 – 1839 годах усадьбу восстановил ученик Д. Жилярди архитектор М.Д. Быковский, который, не нарушая существовавшего ансамбля, перестроил главный дом, по преданию, построенный еще Казаковым, и два жилых флигеля, заново выстроил теплую церковь, перекинул двух арочный мост через пруд (Рис. 1.46), въезд в усадьбу (1837-1839 гг.) (Рис. 1.45). Все эти здания и МАФ Быковский М.Д. выполнил в так называемых готических формах, придав усадьбе романтический характер. [9]

Романтическое течение в архитектуре русского классицизма имело разную художественную образность; порой оно совершенно порывало с классической тектоникой, преобразуя формы восточной экзотической архитектуры Дальнего и Ближнего Востока или западноевропейского средневековья. Вследствие этого произведения романтического направления носили подражательный характер, стиливую вторичность и ложность: произведения в псевдорусском стиле, псевдокитайском, псевдоготическом.

Каждый архитектор трактовал романтизм индивидуально-субъективно, обращаясь в зависимости от своих вкусов. [19]

В Александровском парке в Царском Селе имеются МАФ, выполненные в псевдокитайском стиле. Это – выполненные в 80-90-х годах XVIII века архитектором В.И. Нееловым Крестовый мост, Большой каприз, китайские мосты через канал, ограничивающий регулярную часть Александровского парка.

Наряду с произведениями романтического направления второй половины XVIII века создаются МАФ классической школы.

«Ограда Летнего сада - лучший образец этого рода сооружений времени раннего периода русской классической школы второй половины XVIII века (Рис. 1.47). Спокойный, ровный ритм монументальных гранитных столбов ограды, связанных металлической решеткой простого и строгого рисунка, прерывается только воротами с их легким узорным завершением. Автором проекта решетки, наблюдавшим за всем процессом ее выполнения, был талантливый, но оставшийся в тени, русский зодчий Петр Егоров, участвовавший также и в сооружении Мраморного дворца в качестве помощника Ринальди. (Ранее авторство решетки Летнего сада приписывалось архитектору Юрию Матвеевичу Фельтену (1730-1801 гг.) - ученику и помощнику Растрелли)» [20, с. 190].

Благодаря точности пропорций архитектурного решения с подчеркнuto симметричным расположением на центральной оси трех ворот сделали решетку одним из образцовых сооружений классицизма.

Произведения эпохи классицизма отличаются гармоничностью и изысканностью по пропорциям. Завершающий период в развитии стиля русского классицизма связан с первой третью XIX века, когда происходят значительные сдвиги в строительной технике: начинают использовать новый строительный материал – чугун.

Крупнейшие монументальные произведения А. В. Воронихина – Казанский собор, Горный институт в Петербурге, были созданы в эпоху позднего классицизма. Большую роль в достижении завершенности и эмоциональной силы построенных сооружений играют прекрасно разработанные металлические ограды. Звенья металлической решетки Казанского собора, окаймляющей площадь перед западным портиком, заключены между дорическими колоннами, вытесанными из камня. Между столбами протянуты широкие чугунные звенья, отененные тонко-выкованными медальонами. Контраст тонких металлических прутьев с массивностью серого камня дает яркий художественный эффект. Особенностью решетки является включение в металлическую изгородь широкого чугунного фриза со сложным сквозным узором – наверху и ромбовидных литых орнаментальных вставок – посреди каждого звена (Рис. 1.48). [11]

Рис. 1.47 - Решетка Летнего сада со стороны Невы. 1770-1784 гг. [3]

Рис. 1.48 - Деталь ограды Казанского собора. Санкт-Петербург. Арх. А.Н. Воронихин. [21]

Рис. 1.49 - Фрагмент чугунной решетки у Смольного монастыря. Арх. В.П. Стасов [22]

Рис. 1.50 - Деталь орнамента чугунной решетки у Смольного монастыря [22]

Творчество архитектора В.П. Стасова относится к последнему периоду развития классической школы в русской архитектуре XVIII-XIX веков. Разработанные им ограждающие МАФ сдержаны в декоративном убранстве.

Одна из работ В.П. Стасова – достройка Смольного собора и завершение его ансамбля. Важным шагом в создании художественно-целостного ансамбля явилось создание чугунной решетки у Смольного монастыря. На Александровском чугунолитейном заводе была изготовлена по рисункам Стасова решетка с филигранными столбами, увенчанными пальметтами, и оригинальным рисунком звеньев (Рис. 1.49-1.50). Ритм вертикальных стержней искусно учащен внизу и перебит горизонтальным орнаментом, в котором использованы лишь растительные элементы и вовсе отсутствуют военные атрибуты, часто применявшиеся Стасовым в 1820-х годах.

В архитектурных ансамблях, созданных выдающимся архитектором К.И. Росси, все крупные сооружения и МАФ (ограды, мосты, лестницы) создают единый художественный стиль. Изысканного рисунка чугунные ограды усиливают парадный и триумфальный характер площадей и улиц (Рис. 1.51).

Ограда Михайловского дворца (Рис. 1.52-1.53) - одно из замечательных украшений площади. Чугунный ажур ее копий с золочеными остриями эффектно противопоставлен массиву гранитного цоколя и пилонов. Центральный въезд подчеркнут пилонами, увенчанными скомпонованной и исполненной арматурой. Чугунное кружево в створках ворот и калитках плотного и выразительного рисунка. Строгость и стройность линий ограды подчеркивает четкий вертикальный ритм пышных коринфских колоннад центрального корпуса Михайловского дворца.

Малые формы. Проекты архитектора Росси К.И.

Рис. 1.51 - Варианты типовых оград. Чертежи Росси К.И.. 1820-е гг. [13]

Рис. 1.52 - Ограда Михайловского дворца (ныне Русский музей). С.-Петербург (1819-1825 гг.). Арх. К.И. Росси. [23]

Рис. 1.53 - Чугунная арматура парадных ворот Михайловского дворца. [23]

В XIX веке, начиная с 30-х годов, классицизм сменяется ретроспективизмом и эклектизмом. Эклектизм захватывает архитектуру до конца столетия. Первый этап этого периода (с 1830-х до начала 1860-х гг.) носил переходный характер. Первым из вошедших в моду стилей была готика. Архитектура обращается к мотивам древнерусского зодчества. Некоторые архитекторы обращались к формам барокко, приближенным к архитектуре середины XVIII века и Ф.Б. Растрелли.

Второй этап архитектуры эклектизма, связанный с серединой и второй половиной XIX века, дает пеструю картину сочетания самых различных стилистических воздействий. Классицистические традиции гаснут. В 1890-1900-х годах возникают новые течения – модерн и неоклассицизм. Модерн в России имел тенденцию к смешению с историческими стилями и распространенную модернистическую прорисовку традиционных мотивов Ренессанса, барокко, рококо. Многие архитекторы придают своим произведениям характерные черты нового течения. Ограждения особняков имеют нарочито сложный, нередко уподобленный природным организмам, рисунок, «текущие», капризно извивающиеся линии, ограды «населены» неуклюжим сказочным зверьем, райскими птицами и невиданными растениями (Рис. 1.54-1.56). [24] Зодчие выдерживают в одном стиле особняк или доходный дом и ограждающие МАФ.

Женская гимназия. Ногинск, Московская область. Нач. XX в. Арх. Кузнецов А.В. (Рис. 1.57). Плавные линии изогнутых аттиков ризолитов, арочные витражи окон и главного входа, овальные «глазки» люкарн на кровле, плавные линии ограды и оформление ее столбов – все это сплавлено в целостную композицию, выдержанную в стилевом отношении.

Неоклассицизм был русским явлением. Представители этого направления обращались к традициям искусства античности, эпохи Возрождения или классицизма.

Московский архитектор Адамович В.Д. создает в редкой для Москвы разновидности неоклассицизма, стилизующий петербургское «петровское» барокко, комплекс усадьбы С.П. Рябушинского «Степино». Характерные черты стиля (элементами ограды служат балясины, столбы украшены скульптурой) нашли отражение в МАФ, ограждающих усадьбу (Рис. 1.58).

Рис. 1.54 - Особняк А.И. Дерожинской. Арх. Шехтель Ф.О.. Москва, Кропоткинский пер., 13. 1902 г. [14]

Рис. 1.55 - Перестройка особняка Д.Ф. Беляева. Арх. Галецкий А.А.. Москва, Рюмин пер., 2. 1903 г. [14]

Рис. 1.56 - Ворота Доходного дома при церкви Троицы «что на Грязех» на Чистопрудном бульваре. 1907-1908 гг. Арх. С.И. Ваишков [14]

Рис. 1.57 - Женская гимназия. Ногинск, Московская обл. Нач. XX в. Арх. Кузнецов А.В. [14]

Рис. 1.58 - Загородный дом в имении «Степино» С. П. Рябушинского близ Москвы. 1911-1912 гг. Арх. В.Д. Адамович и В.М. Маят. [14]

Все крупные сооружения (особняки, доходные дома, общественные здания) и МАФ (ограды, ворота) разработаны в одном стиле, и одинаково несут на себе неповторимую печать стиля своего времени.

Революция 1917 года – рубеж, после которого общество в России поменялось кардинально в экономическом, социально-политическом и культурном отношении. Многие сады и парки во многих городах страны Советов окружают новыми оградями с металлическими, в большинстве случаев чугунными, решетками, украшением которых служит символика социалистического строя: серп, молот, пятиконечная звезда, колосья пшеницы.

В Воронеже в этот период наиболее удачной отмечают «невысокую ограду вокруг Первомайского сада (Арх. Миронов А.В.), так как по своим архитектурно-художественным достоинствам и качеству выполнения не уступает лучшим образцам этого вида сооружений в крупнейших городах страны». (Рис. 1.59) [36, с.57]. Сохранилась фотография инженерно-строительного института (ныне корпус Воронежского государственного технического университета) с характерной для того времени оградой средней по высоте (Рис. 1.60).

Рис. 1.59 – Ворота и решетка Первомайского сада. Арх. Миронов А.В Воронеж, 1950 г. [36]

Рис. 1.60 - Ограда средняя по высоте инженерно-строительного института. Арх. Троицкий Н.В., Воронеж, 1933-1950 гг..[26]

Рис. 1.61 – Парадный вход Детского парка (парка «Орленок»). Воронеж. 1954 г. Фото автора, 2018 г.

Рис. 1.62 – Входная группа на Адмиралтейскую площадь. Воронеж. Фото автора, 2018 г.

Рис. 1.63 - Ограда Воронежского государственного технического университета (бывший инженерно-строительный институт). Воронеж. Нач. XXI в. Фото автора, 2019 г.

В 1954 году состоялось официальное открытие Детского парка в Воронеже. Автором проекта его планировки, выполненного еще в 1948 году, был архитектор Н.Я. Неведров. Парадный вход в парк, выполненный в классическом стиле, решен в виде торжественных пропилей (Рис. 1.61).

В 1996 году в Воронеже прошло открытие Адмиралтейской площади (авторы проекта – архитектор А.И. Ан, художник А.М. Яновский). Входная группа представляет собой три беломраморные арки, символизирующие триумф флота, прорвавшегося в открытое море. От арок полукругом отходят колонны, соединенные железными цепями (Рис. 1.62).

Технические достижения конца XX - начало XXI веков дают широкие возможности для создания этого вида МАФ. Многие скверы, парки и общественные здания в последнее время огораживают легкими металлическими оградями. Они быстровозводимые и не требуют больших эксплуатационных затрат, позволяют иметь

большое разнообразие по рисунку (Рис. 1.63). Частные владения обычно имеют ограды из профилированного металлического листа или из кирпича. Облик фасадов и МАФ (оград, ворот) определяются заказчиком, его вкусами и материальными возможностями.

- городская и садово-парковая мебель

Роль малых архитектурных форм в природообустройстве территорий города или других пространств (парков, садов, скверов, лесопарков) весьма значительна. Элементы садово-парковой мебели имели важное эстетическое и функциональное значение во все времена.

Городская и садово-парковая мебель включает в себя большое разнообразие МАФ. К ним относят фонари и осветительные приборы, колодцы, водоразборные колонки, питьевые фонтанчики и каскады, скамьи, диваны-скамьи и столы, альпийские горки, рокарии, вазы, вазоны и цветочницы, уличные часы, стойки, велопарковки и мусорные баки. По своему характеру и по стилевому решению они являются наиболее изменчивым слоем предметно-пространственной среды.

В петровские времена большие пространства парков, усадеб освещались факельным способом, а улицы городов - светильниками, устанавливаемыми жильцами на подоконниках. До наших дней сохранились в усадьбе Кусково на берегу пруда факельницы, которые были установлены у начала водного канала, прорытого в 1755 году.

«Для освещения водного зеркала прудов и прилегающих к ним окрестностей в 1755 году в усадьбе Кусково были поставлены две колонны-факельницы. Факельницы служили и декоративными монументами, оформляющими берега большого пруда. Колонны стоят на прямоугольном пьедестале, у которого цоколь и завершающий пояс профилеованы. На капитель тосканской колонны положена белокаменная плита, к которой прикреплена чаша из белого металла, украшенная позолоченной медью. В эту чашу ставили специальный светильник. Оба монумента сложены из белого камня на известковом растворе. Внутренних помещений в факельнице нет» (Рис. 1.64). [6, с.30]

Рис. 1.64 - Факельницы. Кусково. Худ. Н.И. Подключников. 1839 г. [9]

Рис. 1.65 – Фонари. Арх. К.И. Росси (утв. проекты, 1832 г.) [13, с.128]

Рис. 1.66 - Парад на плацу. Акварель. 1850-е годы. Акварели Г.С. Сергеева. 1790-е годы. Гатчина, Гатчинский дворец. [5, с.264]

Рис. 1.67 – Фонари у памятника Петру I. Конец XIX в. [25]

Рис. 1.68 – Оставшиеся керосиновые фонари на улицах Воронежа. Нач. XX в.

Рис. 1.69 – Парк культуры и отдыха им. Л.М. Казановича. Воронеж. Фонари «Ландыш». 40-е годы XX в. [26]

Рис. 1.70 - Фонари послевоенного времени. Воронеж.

В последней четверти XVIII века при перепланировке городов стали уделять большое внимание уличному освещению. Несмотря на усовершенствование конструкций фонарей, принцип освещения оставался свечной.

Великие зодчие эпохи классицизма придавали большое значение малым формам – неизменным спутникам градостроительных и дворцово-парковых композиций. Они проектировали ажурные ограды, скамьи, фонари, вазы, которые рассматривали как художественные элементы парковой и городской архитектуры.

Сохранились чертежи фонарей, выполненные великим зодчим – К.И. Росси (Рис. 1.65).

К середине XIX века для освещения улиц многих губернских городов использовали керосин. Фонари представляли собой деревянные столбы, вверху которых устанавливали светильники (Рис. 1.66-1.67). В провинциальных городах фонари имели простой вид. На невысоких деревянных столбах укрепляли узорчатые, сильно выдававшиеся в сторону уличной мостовой, кронштейны, и на них ставили типовые, однообразные светильники (Рис. 1.68). В Воронеже вплоть до начала XX века керосин оставался основным горючим для уличного освещения.

С приходом электричества освещение городских и пригородных окраин постепенно становится повсеместным. В XX веке проектными организациями предлагалось большое разнообразие конструкций уличных фонарей для освещения аллей парков, улиц и площадей. Фонари представляли собой столбы, выполненные из железобетона, дерева, цельнотянутых ступенчатых труб или отрезков прямых труб различного диаметра, заделанных одна в другую, наверху которых устанавливали светильники с зеркальными и люминесцентными лампами или светильники рассеянного света типа «молочный шар» (венчающие, подвесные и др.) (Рис. 1.69-1.70).

К садово-парковой мебели можно отнести колодцы, водоразборные колонки, декоративные водопады, каскады, ручьи, фонтаны струйного типа. Эти садово-парковые элементы придают пейзажу нарядность, создают эффект отражения сооружений, памятников, крон декоративных деревьев и кустарников. Эти элементы имели свои конструктивные особенности, отражающие архитектурный стиль и уровень развития техники данной эпохи.

Своеобразной геологической особенностью Гатчины являются многочисленные ключи. Один из таких источников выходит на поверхность недалеко от Собственного сада Гатчинского парка. Из первых парковых сооружений Гатчины сохранились фотографии бьющего из земли родника, который по проекту Антонио Ринальди в 1770-х годах он был заключен в восьмигранную оправу прихотливого рисунка (Рис. 1.71). Из-за своей вычурной барочной формы он кажется отголоском уже прошедшей эпохи. Верхнее профилированное ребро оправы было вытесано из гранита, а стенки выложены из пудостского камня. Во время ремонтных работ в XIX веке пудостская плита уступила место массивным гранитным блокам. [27]

Рис. 1.71 - Восьмигранный колодец. Гатчина. XVIII в. [5]

Рис. 1.72 - Готический колодец. Петродворец, «Александрия». XIX в. [5]

Рис. 1.73 - Готический колодец. Стрельня, Орловская усадьба. XIX в. [5]

Рис. 1.74 - Фонтан в Кольцовском сквере. Воронеж. Конец XIX в. [28]

Рис. 1.75 - Фонтан в Петровском сквере (2-й вар.). Воронеж. Нач. XX в. [29]

Рис. 1.76 – Фонтан в Кольцовском сквере. Воронеж. 50-е годы XX в. Фото автора, 2019 г.

Рис. 1.77 – Фонтан на площадке у Помяловского спуска. Воронеж, 80-е годы XX в. Фото автора, 2019 г.

С 1830-х годов классицизм постепенно перестает быть господствующим стилем. Архитекторы используют в своих произведениях декоративные черты отошедших в прошлое архитектурных стилей. Первыми чертами проявления эклектизма становится возврат к готическому стилю. Примером может служить дворцово-парковый ансамбль «Александрия» в Петродворце, где были построены Готическая Капелла (церковь Александра Невского), готическая караулка, готический трехэтажный коттедж. Переходной формой к восприятию этих сооружений, связующим звеном являются МАФ. «В «Александрии» в XIX веке создали разнообразные малые архитектурные формы: фельдгегерский домик, готический чугунный колодец, металлическую беседку (Рис. 1.25), каменный диван, морскую беседку и караулки». [5, с.444] Одним из

элементов городской и садово-парковой мебели служит чугунный колодец. В 1835 году над колодцем был поставлен «готический» чугунный навес. По рисунку Шарлеманя были отлиты оригинальные чугунные водозаборные колонки с кранами в виде драконов (Рис. 1.72).

Другим примером отступления от классицизма в конце XVIII – начале XIX веков может служить Орловская усадьба в Стрельне. Представителем МАФ является готической колодец. (Рис. 1.73). Колодец представлял собой восьмигранный бассейн, стены которого выложены из гранитных блоков. Для подъема ведер с водой служил чугунный столб, заканчивающийся наверху кронштейном. Внутри столба был скрыт подъемный механизм.

В XX веке колодцы заменяют водоразборные колонки. Их конструкции были просты по форме и надежны в эксплуатации. Они перестали отражать какой-либо стиль архитектуры, так как стали выполнять только утилитарные функции.

В XIX веке фонтаны струйного типа стали первыми фонтанами во многих провинциальных городах России. Они представляли собой круглые чаши, из центра которых били одна-единственная струя воды под естественным напором в водопроводной сети. Они не несли какой-то особой художественной и эстетической нагрузки в пространственной среде. В Воронеже первый фонтан был сооружен в Кольцовском сквере в 1876 году (Рис. 1.74). С течением времени и в других местах города создавались фонтаны, в которых менялись количество трубок и форма насадок для струй воды (Рис. 1.75).

В XX веке в малых городах России в моду входят фонтаны скульптурного типа, которые отнесены к монументально-декоративным объектам (хотя в крупных городах, дворцово-парковых ансамблях их устройствами занимались еще с XVIII века). Фонтаны скульптурного типа становятся доминантами в ансамблях зон отдыха. С конца XX века при реконструкции парков и скверов большая их часть демонтируется. Приходят на смену многоструйные фонтаны с подсветкой струй. Создаются современные светомузыкальные комплексы, имеющие возможность увязать в единую композицию изменяющиеся конфигурации водных картин и цветовых фигур с музыкальными произведениями (Рис. 1.76-1.77).

1. Наука России: Цели и задачи. Сборник научных трудов по материалам XVI международной научно-практической конференции 10 августа 2019 г. Часть 1. Изд. НИЦ «Л-Журнал», 2019. – 104с.
2. Дубяго Т.Б. Русские регулярные сады и парки / Т.Б. Дубяго. – Ленинград : Госуд. изд-во литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам, 1963. – 343 с.
3. Болотова Г.Р. Летний сад/ Г.Р. Болотова. – Ленинград : Художник РСФСР, 1988. - 151 с.
4. Дубяго Т.Б. Летний сад/ Т.Б. Дубяго. - Москва, Ленинград : Госуд. изд-во литературы по строительству и архитектуре, 1951. - 158 с.
5. Памятники архитектуры пригородов Ленинграда / под ред. А.Н. Петрова. – Ленинград : Стройиздат, 1983. – 615 с.
6. Акимов А. Кусково / А. Акимов. – Москва : Издательство Академии архитектуры СССР, 1946. – 95 с.
7. Снегирев В.Л. Архитектор В.И. Баженов: Очерк жизни и творчества: К 200-летию со дня рождения / В.Л. Снегирев. – Москва : Всесоюзная академия архитектуры, 1937. – 186 с.
8. Минеева К.И. Царицыно : Дворцово-парковый ансамбль / К.И. Минеева. – Москва : Искусство, 1988. – 133 с.
9. Тихомиров Н.Я. Архитектура подмосковных усадеб / Н.Я. Тихомиров. – Москва : Госуд. изд-во литературы по строительству и архитектуре, 1955. – 352 с.
10. Петров А.Н. Пушкин. Дворцы и парки / А.Н. Петров. – Ленинград : Издательство «Искусство», 1969. – 232 с.
11. Аркин Д.Е. Захаров и Воронихин / Д.Е. Аркин. – Москва : Стройиздат, 1953. – 77 с.
12. Чертежи А.Н. Воронихина: коллекция музея архитектуры / Всесоюз. Академия архитектуры, Музей архитектуры. – Москва : Издательство Всесоюзной Академии архитектуры, 1938.
13. Тарановская М.З. Карл Росси. Архитектор, градостроитель, художник / М.З. Тарановская. – Ленинград : Стройиздат, 1980. – 224 с.

14. Нащокина М.В. Сто архитекторов московского модерна. Творческие портреты / М.В. Нащокина. – Москва : Издательство «Жираф», 2000. – 304 с.
15. Озеленение городов. Сборник статей. – Москва : Министерство коммунального хозяйства РСФСР, 1954. – 460 с.
16. Архитектурно-ландшафтное проектирование. Садово-парковые сооружения / под ред. Ванпин Удавэй. – Москва : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2017. – 171 с.
17. Архитектурные памятники Москвы. Вып. 2 и 3. Эпоха Петра I-го, эпоха Елизаветы, эпоха Екатерины II-й / ред. и текст И.Е.Бондаренко. – Москва : [б. и.], 1905.
18. Глозман И.М. Кусково / И.М. Глозман. – Москва : Искусство, 1966. – 52 с.
19. Пилявский В.И. История русской архитектуры / В.И. Пилявский. – Москва : Архитектура – С, 2009. – 511 с.
20. История русской архитектуры. Краткий курс / Осн. авторы : Н.И. Брунов, А.И. Власюк, А.И. Каплун и др. – Москва : Госуд. изд-во литературы по строительству и архитектуре, 1951. – 463 с.
21. Крутецкий А. Андрей Никифорович Воронихин / А. Крутецкий, Е. Лундберг // Архитектура СССР. – 1937. - № 5. – С. 41-50.
22. Пилявский В.И. Стасов – архитектор / В.И. Пилявский. – Ленинград : Госстройиздат, 1962. – 252 с.
23. Русское зодчество. Вып. 6. Памятники архитектуры первой половины XIX века. Чертежи и фотографии / под ред. Д.П. Сухова, Д.В. Разова, А.Г. Чинякова. – Москва : Госстройиздат, 1953.
24. Бартенев И.А., Батажкова В.Н. Очерки истории архитектурных стилей / И.А. Бартенев, В.Н. Батажкова. – Москва : Изобраз. Искусство, 1983. – 384 с.
25. Воронеж в документах и материалах / под ред. В.В. Кудиновой, В.П. Загоровского. – Воронеж : Центр.-Чернозем. кн. изд-во, 1987. – 272 с.
26. Архитектура парков СССР / под ред. М.П. Коржева, М.И. Прохорова. – Москва : Изд-во Академии архитектуры СССР, 1940. – 137 с.
27. Кючарианц Д.А. Антонио Ринальди / Д.А. Кючарианц. – Ленинград : Стройиздат, Ленинградское отделение, 1984. – 174 с.
28. Щербаков В.И. Городской водопровод / В.И. Щербаков. – Воронеж : Изд-во Воронеж. Гос. Ун-та, 2000. – 233 с.
29. Елецких В.Л. Вода и люди: история и день сегодняшний (135 лет воронежскому водопроводу) / под общ. Ред. В.И. Щербакова. – Воронеж : Творческое объединение «Альбом», 2004. – 246 с.

Корвякова С.М., Корвякова О.Я.

Эволюция малых архитектурных форм (МАФ) как объектов градостроительной среды в России с XVIII до начала XXI веков (3 части, 2-я часть)

*Воронежский государственный технический университет
(Россия, Воронеж)*

doi: 10.18411/sr-10-08-2020-05

idsp: sciencerrussia-10-08-2020-05

Аннотация

Статья посвящена вопросу развития и смене малых архитектурных форм с течением времени. Приведены примеры малых архитектурных форм по каждому виду согласно классификации на различных этапах эволюции отечественной архитектуры. Рассмотрен внешний вид малых архитектурных форм и материалы, применяемые для их создания, по мере изменения архитектурных стилей и научно-технических преобразований в России.

Ключевые слова: малые архитектурные формы, элементы благоустройства, благоустройство городов, благоустройство территорий, садово-парковая архитектура, архитектурно-художественная среда, реконструкция, реновация.

К городской и садово-парковой мебели относятся столы и скамьи для отдыха. Они были необходимыми элементами как дворцово-парковых ансамблей, так и городских территорий.

В конце XVIII века распространение получают МАФ из чугуна. Среди многочисленных памятников русского чугунного литья в парках городов Пушкина,

Павловска и Петродворца были установлены простые, но разнообразные по рисунку чугунные садовые скамейки или «железные канаве», выкованные и смонтированные на Сестрорецких заводах (Рис. 1.78-1.80).

Во второй половине XVII века Архангельское уже существовало и принадлежало Одоевским. В 80-х годах XVIII века усадьбу начали перестраивать, но ее строительство было закончено только в начале 30-х годов XIX века. Поэтому на ее облике отразились художественные вкусы двух разных эпох. Архангельский парк – яркий пример синтеза архитектуры с парковой мебелью. В парке усадьбы установлены мраморные скамьи нескольких видов. Одни из них имеют черты барокко (богато украшенные, удивляет и поражает изысканность их форм), другие просты и строгие и тяготеют к стилю классицизм (Рис. 1.81).

Рис. 1.78 - Чугунная садовая скамейка в парках Пушкина. XVIII в. [5]

Рис. 1.79 - Чугунная скамья в парке Павловска. XVIII в. [30]

Рис. 1.80 - Чугунная скамья в парке Петродворца. XVIII в. [30]

Рис. 1.81 - Мраморные скамьи в парке «Архангельское». Нач. XIX в. [30]

Из садово-парковой мебели в Петродворце сохранились две полукруглые скамьи из мрамора с подлокотниками в виде львиных лап середины XIX века, которые немного отходят от стиля барокко, тяготея к классицизму. Их в 1853-1854 годах поставил А.И. Штакеншнейдер. За каждой скамьей на цилиндрических постаментах стоят широкие чаши. В чашах помещены вызолоченные бронзовые фигуры: в восточной чаше – Данаиды и в западной чаше – Нимфы (Рис. 1.82). Наряду с такими уникальными и больше декоративными скамьями, имели место дерновые скамьи и деревянные скамьи со спинками (Рис. 1.83). На иллюстрациях из книг XIX века хорошо видна садово-парковая мебель – скамьи-диваны на чугунных ножках (Рис. 1.84), которые продолжали устанавливать и в XX веке (Рис. 1.85).

Рис. 1.82 - Мраморная скамья с фонтаном «Нимфа». Петродворец, 60-е годы XIX в. [5]

Рис. 1.83 – Деревянные скамьи со спинками у Большого дворца. Ораниенбаум. Литография нач. XIX в. по рисунку И. Мейера [5]

Рис. 1.84 – Главный сад с павильоном для оркестра. Из книги «Иллюстрированное описание Всероссийской художественно-промышленной выставки в Москве». 1882 г. [31]

Рис. 1.85 - Скамьи-диваны. Сад Общественного собрания. Воронеж. Нач. XX в. [32]

Рис. 1.86 - Сад Семейного собрания. Воронеж. Нач. XX в. [32]

Рис. 1.87 – Скамьи нач. XXI в. Воронеж. Фото автора, 2018 г.

В XX веке работы шли по унификации и упрощению конструкций этого вида городской и садово-парковой мебели. Выпускались альбомы и каталоги с парковой мебелью, где приведены эскизные чертежи с пояснительными записками (Рис. 1.88). Архитектуру улиц и аллей в парках в XXI веке, как и в XX веке, дополняют и оживляют скамьи и диваны-скамьи на чугунных, бетонных ножках с сиденьями из деревянных реек. Наряду с разработанными в прошлом столетии городской и парковой

мебелью можно увидеть деревянные скамьи на бетонных тумбах или металлические скамьи с деревянными сиденьями современного вида (Рис. 1.87).

Рис. 1.88 – Парковая мебель – скамьи. XX в. [33]

Эволюция данного вида МАФ шла по пути вытеснения декоративной составляющей в конструкции. Если скамьи, изготовленные из камня и чугуна в XVIII веке, служили больше декоративным украшением дворцово-парковых ансамблей, а деревянные – выполняли утилитарные функции, то в XX и начале XXI веках повсеместно данный элемент МАФ изготавливается из деревянных реек, крепящихся на бетонные или чугунные ножки. В процессе эволюции сохраняются и совершенствуются те конструкции малых форм, которые требуют меньше трудовых и материальных затрат для их воплощения.

В XXI веке наблюдается тенденция к совмещению функций двух видов МАФ в одном объекте. В последние годы нашли широкое распространение скамьи, спинки которых выполнены из двух листов прозрачного пластика, между которыми помещают рекламный плакат. Городская мебель несет не только утилитарные функции, но и функции информирующих МАФ.

К городской и садово-парковой мебели относятся цветочные модули или цветочницы. Это – специальные устройства, которые предназначены для высаживания обильно цветущих, разнообразных по окраске цветочных растений.

В эпоху барокко их изготавливали из природного камня, а позже и из чугуна. Если каменная ваза требовала более простого контура, то чугунная ваза могла иметь более сложный ажурный силуэт. Сохранились образцы цветочниц парков Петродворца и Павловска (Рис. 1.89-1.90).

В XIX веке Летний сад Санкт-Петербурга украшали чугунные цветники-треножки, отлитые по рисунку К.И. Росси (Рис. 1.91). В Екатерининском парке в Пушкине есть пандус Камерона, исполненный по проекту архитектора Ч. Камерона (1792-1794 гг.). «Первоначально пандус украшали двенадцать статуй. В 1826 году на устоях пандуса вместо статуй были поставлены чугунные треножки-«цветники», отлитые, как предполагается по рисунку В.П. Стасова» (Рис. 1.92). [5, с.73] В это же время устанавливали чугунные низкие вазы при оформлении входов во дворцы, парки и скверы (Рис. 1.93-1.94).

Рис. 1.89 - Чугунная ваза в парке Петродворца. XVIII в. [30]

Рис. 1.90 - Чугунная ваза в парке Павловска [30]

Рис. 1.91 - Чугунный цветник-треножник в Летнем саду. XIX в. [3]

Рис. 1.92 - Чугунный треножник-«цветник». Екатерининский парк г. Пушкин. XIX в. [5]

Рис. 1.93 - Чугунная ваза в сквере имени А.С. Пушкина. Москва [30]

Рис. 1.94 - Чугунная ваза в парке на Елагином острове. Санкт-Петербург, XIX в. [30]

Рис. 1.95 - Металлические и бетонные вазоны. Воронеж, XX в. Фото автора

В XIX веке цветочные модули принимают различные формы: квадратные, круглые, шестигранные, овальные. Материалом для их изготовления служит не только

камень и чугун, но и дерево, облицовочный кирпич. (Но более красивые и долговечные были модули из чугуна, которые и дошли до наших дней).

XX век отмечается унификацией этих МАФ. На улицах и в парках устанавливают цветочницы из металла, белого и серого бетона, керамики, легких пород камня (известняка, песчаника, мрамора), пластмассы квадратной и круглой формы. Они более просты в изготовлении и в эксплуатации (Рис. 1.95).

Ввиду большого разнообразия элементов этого вида МАФ, рассмотрена эволюция только некоторых из них, наиболее характерных и имеющих более глубокие корни своего создания.

- МАФ, информирующие людей

К данному виду МАФ относятся въездные знаки, афишные тумбы, знаки границ поселений, вывески, объемная реклама, световая реклама, информационные и рекламные щиты, доски почета и т.п.

В XVIII веке одним из элементов этого вида МАФ являлись верстовые столбы. В 1764 году начаты работы по благоустройству Царскосельской и Петергофской дорог, при проведении которых заменили деревянные верстовые столбы, стоявшие с петровского времени. Известны первые верстовые столбы, проекты которых тонко нарисованных и отлично выполненных в 1770-х годах в мастерских Конторы строения Исаакиевской церкви известным архитектором Антонио Ринальди. По его рисункам в мастерских было выполнено два типа верстовых столбов, или, как их называли в XVIII веке, «мраморных верстовых пирамид» (Рис. 1.96-1.97).

Первые столбы, выполненные из разноцветного мрамора и гранитов, были поставлены вдоль Царскосельской дороги в 1772 году. Начальный столб с солнечными часами поместили у Обуховского моста в Санкт-Петербурге, последний (21-ый) – в Царском Селе у Орловских ворот с высеченной датой «1775», означавшей время окончания установки «верстовых пирамид» на Царскосельской дороге. [27]

Рис. 1.96 - Верстовой столб в Царском Селе. Арх. А. Ринальди. XVIII в. [27]

Рис. 1.97 - Верстовой столб на Царскосельской дороге. Арх. А. Ринальди.

Рис. 1.98 - Верстовой столб в Гатчине. XVIII в. [5]

Рис. 1.99 - Дорожная веха в с. Конь-Колодезь. 1813 г. [34]

Рис. 1.100 – Верстовой столб в с. Князево. Воронежская обл., XIX в.

Рис. 1.101 – Дорожный щит. Воронеж. Фото автора, 2019 г.

Рис. 1.102 – Туристический указатель. Воронеж. Фото автора, 2018 г.

Рис. 1.103 – Указатель на улице. Воронеж. Фото автора, 2019 г.

По Петергофской дороге установлено 27 верстовых столбов (1777–1787 гг.). Первый из них был поставлен у Калинкина моста на левом берегу Фонтанки, а последний – в Петергофе у Верхнего сада. Они исправно несли службу информирующих дорожных указателей.

В 1795 году были изготовлены из пудостского известняка верстовые столбы и поставлены вдоль дороги из Царского Села в Гатчину. Имя автора рисунка данных верстовых столбов не установлено (Рис. 1.98). Верстовые столбы задуманы в виде конического обелиска с профилированной базой и массивным квадратным плинтом. Верхняя часть обелиска срезана. Здесь поставлена декоративная ваза округлой формы, пересеченная квадратным рустом. Мотив руста перекликается с широкой тягой, опоясывающей обелиск в нижней его части. Оригинальность замысла и вместе с тем простая и четкая структура сооружения, красота силуэта и хорошо найденное

соотношение всех частей делают верстовые столбы в Гатчине одним из интересных образцов архитектуры малых форм конца XVIII века. [5, с.320]

Дорожной вехой является памятник-obelisk в селе Конь-Колодезь (Рис. 1.99). Осенью 1813 году император Александр I прибыл в Воронеж по дороге, по которой более ста лет назад ездил Петр I, Москва-Задонск-Воронеж. Отдавая дань этим личностям, поставлен памятник-obelisk, который является одновременно и дорожной вехой. Эта МАФ выполнена из кирпича. Вверху, на двенадцатиметровой высоте, она заканчивается символической фигуркой коня, поворачиваемой ветром. [31]

В XIX веке эти дорожные вехи получают дальнейшее распространение, но вид их упрощается. Они представляли собой деревянные столбы, окрашенные в полоску краской. Ранее на верстовых столбах имелась надпись по-русски и по-немецки - время постановки этих столбов, и расстояние до других ближайших населенных пунктов. Только от Москвы до Воронежа их насчитывалось чуть больше полутысячи. Сегодня из них сохранился всего один столб, который стоит на южной окраине села Князево (Рис.1.100).

В 1920-х годах с введением новой метрической системы верстовые столбы стали памятниками истории и культуры.

В XX веке эти МАФ заменили дорожные указатели и знаки, а чаще, металлические щиты с информацией о расстоянии до ближайших населенных пунктов или о направлении движения до данного населенного пункта (Рис. 1.101). В городах все больше появляется туристических указателей, на которых нанесено направление на объект культуры, истории и искусства. Указатель имеет коричневый фон. Помимо буквенного обозначения и расстояния до объекта, «туристический» дорожный знак может содержать и графическое изображение вида достопримечательности (Рис. 1.102). Широко используются металлические знаки, указывающие направление на учебное заведение, торговый центр, предприятие или офис (Рис.1.103).

Ушли в прошлое такие указатели границ города (или каких-либо крупных объектов) как шпили, пирамиды. Сохранились открытки с этими МАФ.

В Курске шпили у Херсонских ворот означали западную окраину города (Рис. 1.104). Стоящие на массивных тумбах колонны, увенчанные металлическими царскими гербами, построены в XVIII веке. Снесены в 30-х годах XX века.

Установленные в 70-е годы XIX века шпили на въезде в Курск с северной стороны, по внешнему виду очень похожи на шпили XVIII века, верхушки которых также были увенчаны царскими металлическими гербами. Шпили снесены в 1968 году (Рис. 1.105).

Рис. 1.104 - Шпили у Херсонских ворот. Курск, XVIII в. [35]

Рис. 1.105 - Шпили на въезде в город. Курск, XIX в. [35]

Рис. 1.106 - Обелиски Московской заставы. Воронеж, XVIII в. [36]

Рис. 1.107 - Пилоны входа на спортивное поле стадиона «Динамо». Воронеж. Арх. А.В. Миронов, 1946 г. [36]

Рис. 1.108 - Указатель границы Центрального района г. Воронежа. Фото автора, 2018 г.

Рис. 1.109 – МАФ на въезде в город Воронеж по Московской трассе.

Несколько иного типа были установлены информирующие МАФ при въезде-выезде Воронежа со стороны Москвы. После того, как за городской вал перенесли Ямскую слободу, возникла Застава. Заставу украсили двумя кирпичными пилонами: по форме это были четырехгранные пирамиды высотой 7-8 метров, размещенные на массивных, высоких основаниях-параллелепипедах (Рис. 106). Завершались они

шпилями с гербами-орлами. Пилоны выполняли и информационную функцию. На пирамидах со стороны въезда в город были укреплены алебастровые щиты с надписями: «Город Воронеж. От Москвы 515 верст, от Санкт-Петербурга 1243 версты». [37]

В XIX веке имели место и менее примечательные информирующие знаки. Сохранился в Воронеже установленный в 1867 году на границе земель Троицкой слободы с полосой отчуждения железной дороги пограничный знак. Знак представляет собой толстую песчаниковую плиту неправильной формы, высотой около полуметра и толщиной около 30 см. На лицевой поверхности круглой рамкой ограничена выбитая неровными буквами надпись: «Владение Троицкого сельского общества». [38, с.446]

В XX веке информирующие МАФ в виде пилонов возводились при входе на территорию крупных стадионов, парков культуры и отдыха. В Воронеже в середине века вход на стадион спортивного общества «Динамо» украшали два больших пилон, где отмечались заслуги спортивного общества. Пилоны представляли собой выкрашенные белой краской массивные тумбы с атрибутикой советского времени: серп и молот (Рис. 1.107). [36]

К концу XX-го столетия информирующие МАФ, выполняющие функцию указателей разного назначения (туристические - указывающие направление на объекты культуры, истории и искусства; городские или дорожные – указывающие границу территории районов города или направление до населенного пункта), стали иметь более простую, легко разбираемую конструкцию или представлять железобетонную пространственную композицию с подсветкой для лучшей читаемости (Рис. 1.108-1.109).

Другим типом МАФ, информирующие людей, являются афишные тумбы, стенды для афиш и газет, городская реклама.

До появления специальных архитектурных форм в городах все возможные афиши и объявления расклеивались на заборах, стенах зданий, уличных столбах. Находились люди, которые упорядочивали это дело. В Воронеже в конце XIX века этим человеком стал Василий Макеевич Клишин, содержатель Куриногo трактира. Под его руководством в городе соорудили 60 каменных тумб (Рис. 1.110-1.111), одна из которых сохранилась в Воронеже с конца позапрошлого века. Она пережила революционные времена, все войны, и продолжает служить по своему прямому назначению. [32, с.141]

Рис. 1.110 - Афишная тумба на перекрестке улиц Карла Маркса и Никитинской (напротив Немецкой кирхи). Воронеж. Нач. XX в.

Рис. 1.111 - Афишная тумба на Каменном мосту. Воронеж. Нач. XX в. [39]

Рис. 1.112 - Афишный столб скоропечатни А.А. Левенсона. Москва. 1910 г.

Рис. 1.113 - Афишная тумба. Москва. 1965 г. [40]

Рис. 1.114 - Световые газетные стенды. Москва. 1980-е гг.[40]

Рис. 1.115 - Пиллар. Воронеж. Фото автора, 2018 г.

Со второй половины XX века функцию информативных коммуникаций выполняют кроме афишных столбов и тумб, разного рода указатели, простые стенды для афиш и газет (Рис. 1.112-1.114). [40]

С начала XXI века, с приходом в нашу жизнь сети «Интернет», ушли в прошлое за ненадобностью стенды для афиш и газет, а пиллары, сити-лайты, роллеры, бэклайты все больше заменяют афишные столбы и тумбы (Рис. 1.115). Новые МАФ,

информирующие людей, изготавливаются из дерева, металла, стекла, пластика или из их совокупности. По конструкции – это щиты или световые короба на опорах.

- монументально-декоративные объекты

Монументально-декоративные объекты составляют часть предметной среды, окружающей человека, и эстетически ее обогащают. Они обычно тесно связаны с архитектурно-пространственным окружением, ансамблем (на улице, в парке) и между собой, образуя художественный комплекс.

Одной составляющей из них является скульптура. Она может рассказывать об исторических событиях и о времени создания объекта, служить пропагандой и воспитывать.

В XVIII веке скульптура являлась обязательным элементом дворцово-парковых ансамблей, садов и парков. Она отбиралась по смысловому признаку. Портретные бюсты политических деятелей, изображения богов и героев не только предназначались для украшения аллей, но и несли в себе определенное идейное содержание.

Санкт-Петербург, Летний сад. В первой четверти XVIII века коллекция мраморной скульптуры насчитывала до двухсот статуй, скульптурных групп, бюстов. Руководил закупкой коллекции непосредственно Петр I. Среди исторических имен выбирались самые прославленные, такие, как Александр Македонский (Рис. 1.116), Юлий Цезарь, Август и др. Смотря на героев древности, посетитель Летнего сада непременно должен был проникаться «усердием к мужественным делам».

В эпоху барокко аллегория была в моде. Среди аллегорических изображений можно выделить группу так называемых «добродетелей», более многочисленную в начале XVIII века. Из сохранившихся до наших дней наиболее показательны «Истина» с солнечным диском в руке, символом света и просвещения, и «Искренность» с рукой на голове льва, что означало победу добродетели, опирающейся на величие души (Рис. 1.117).

Скульптурная группа «Мир и изобилие», или «Ништадтский мир», исполненная по заказу Петра I в 1722 году в честь заключения мира со Швецией, – типична для своего времени аллегория (Рис. 1.118). Мастер постарался ввести в композицию полный набор разных символов. Это рог изобилия, факел войны, знамя, щит с головой Горгоны, лавровый венок и пальмовая ветвь. Кроме двух женских фигур, скульптор изображает льва – побежденную Швецию и орла – победительницу Россию.

В начале XVIII века мастера садовой скульптуры любили объединять несколько мраморных фигур в серии и языком пластики раскрывать перед зрителем целый рассказ. В Летнем саду есть серия «Круговорот суток», состоящей из четырех статуй, означающих утро, полдень, закат, ночь. Другой серией была площадка с изображением муз, спутниц бога Аполлона, покровительниц искусств (в петровское время были закуплены все девять статуй муз).

Большой дворец в Пушкине – один из шедевров архитектуры русского барокко середины XVIII столетия. За ним раскинулся обширный Екатерининский парк, аллеи которого украшает характерная для эпохи барокко скульптура мифологического содержания – статуи, изображавшие античных богов, и портретные бюсты политических деятелей.

Петергоф – выдающийся дворцово-парковый ансамбль первой половины XVIII века. Мраморные статуи Верхнего сада Петродворца подчеркивают характерный облик сада регулярного стиля, типичного для русской архитектуры первой половины XVIII века.

Ансамбль Кусково создавался на протяжении нескольких десятилетий. 50-е годы XVIII века – период сложения ансамбля Кусково в существующем ныне виде. Тематика скульптуры характерна для XVIII века – аллегорические сюжеты, статуи муз и богов (Рис. 1.119). Первые скульптуры усадьбы делались московскими мастерами. В

дальнейшем, уже в 70-х годах, много скульптур было куплено за границей, большей частью из Италии.

Рис. 1.116 - Александр Македонский. П. Баратта. Нач. XVIII в. [3]

Рис. 1.117 - Искренность. М. Гроппелли. Летний сад, СПб. Нач. XVIII в. [3]

Рис. 1.118 - Ништадский мир. П. Баратта. Летний сад, СПб. 1722 г. [3]

Рис. 1.119 - Статуя Скамандр. Итальянский скульптор (В.С.). Кусково. Первая половина XVIII в. [18]

Рис. 1.120 - Скульптура террасы и партера. Архангельское. 80-90-е годы XVIII века. [9]

К концу XVIII столетия архитектурный стиль барокко утрачивает свое господствующее положение, приходит время композиционной уравновешенности, художественной ясности и конструктивной рациональности. Вторая половина XVIII века – эпоха формирования и расцвета русского классицизма. Отталкиваясь от сложности барокко, его эмоциональной напряженности, провозглашая естественность, гармонию, ясность, эпоха классицизма породила в то же время необычайно развитую семантическую систему ансамбля. Как и во времена барокко, населявшая его скульптура специфическими средствами рассказывала посетителю о богах и героях древности, напоминала замечательные исторические события, стремилась поразить драматичностью происходящего.

Усадьба Архангельское существовала еще в XVII веке. С 80-х годов XVIII века до 30-х годов XIX века усадьба перестраивается. Скульптура не утрачивает своей важной роли в художественном оформлении прилегающего к дворцу парка. От южного фасада дворца к партеру спускается лестница с двумя террасами, которые ограждены мраморными балюстрадами и украшены большим количеством статуй и бюстов, изображающих античных героев, полководцев и философов (Рис. 1.120). В парке на постаментах стоят скульптурные бюсты римских героев, партер усадьбы украшен часто встречающейся скульптурой того времени - львами.

Важной особенностью русского классицизма было то, что при всех многообразных возможностях стиля его рамки все же ограничивали творческие замыслы зодчих. Ищущий темперамент архитекторов не всегда мог удовлетвориться лишь идеями классицизма. Наряду с созданием подавляющего числа произведений последовательного классицистического толка почти все крупные зодчие того времени романтически интерпретировали свои замыслы. Каждый архитектор трактовал романтизм субъективно, в зависимости от своих вкусов. [24] Все новые веяния в архитектуре находили свое отражение в МАФ.

Известная еще в XVIII веке усадьба Марфино была перестроена в 40-х годах XIX века архитектором М.Д. Быковским.

Рис.1.121 - Лестница. Марфино. Арх. М.Д. Быковский. 1837-1839 гг. [9]

Рис. 1.122 - Грифоны на пристани. Марфино. Арх. М.Д. Быковский. [9]

Рис. 1.123 - Скульптура у стадиона «Пищевик». Воронеж. Арх. Н.В. Александров. 1951 г. [41]

Рис. 1.124 - Скульптура «Трубач» в парке. Воронеж. Фото автора, 2018 г.

Рис. 1.125 - Декоративная композиция «Слава советской науке». Воронеж.

Рис. 1.126 - Скульптурная композиция перед корпусом №2 ВГТУ. Воронеж.

От большого дома-дворца в виде средневекового замка с башнями полого спускается к пристани широкая трех маршевая лестница, украшенная статуями и вазами (Рис. 1.121). Здесь лодочная пристань с двумя крылатыми грифонами, а за нею – площадка с фонтаном, представляющим скульптурную группу детей, поддерживающих огромную чашу-раковину (Рис.1.122). Все эти монументально-декоративные объекты хорошо дополняют и наполняют окружающую среду романтизмом, усиливают направленность ансамбля усадьбы Марфино к готическому стилю отмечающегося в первой трети XIX века в России.

Резкие изменения в тематике и идейной направленности монументально-декоративных объектов дают события, произошедшие в России в 1917 году. Государство меняет свой путь развития. Октябрьская революция утверждает свои приоритеты, которые отражаются в монументально-декоративных объектах, созданных в этот период.

Тематика скульптуры социалистического государства - это красноармейцы, рабочие, колхозники, спортсмены. Многие сюжеты скульптурных композиций посвящены достижениям науки и техники, направлены на объединение трудящихся всего мира. Большое внимание уделяется воспитанию подрастающего поколения в духе патриотизма. Скульптура подчинена идее героизма и любви к своей стране.

В 1951 году главный вход на первый центральный стадион города Воронежа, построенным спортивным обществом «Пищевик», украсили две скульптуры физкультурников (Рис. 1.123). Повсеместно звучал среди молодежи призыв к сдаче норм ГТО («Готов к труду и обороне»).

В 1979 году в Детский парк города Воронежа прошла масштабная реконструкция. «Изюминкой» парка стали металлические скульптуры, выполненные Иваном Дикуновым. Самой известной из них - «Трубач». Согласно задумке скульптора, мальчик-горнист зовет красноармейцев в бой, не дает им пасть духом. Памятник с худеньким подростком на коне – это образ, с которым ассоциируется «Орленок» (Рис. 1.124). Обновленный парк назвали «Орленок».

В начале 60-х годов прошлого столетия открыт памятник науке. Он представляет собой молекулу ДНК с надписью «Слава советской науке!» (Рис. 1.125). Изначально он был установлен в Зеленограде, но позже попал в город Воронеж.

В 2011 году перед одним из корпусов Воронежского государственного технического университета (в прошлом архитектурно-строительного институт) была установлена скульптурная композиция «Преподаватель и студент» (скульптор В. Петрихин, архитектор С. Гурьев) (Рис. 1.126). Композиция создана в знак благодарности замечательному архитектору и преподавателю данного учебного учреждения профессору Троицкому Николаю Владимировичу за многолетний труд в возрождении города из руин после войны 1941-1945 годов, в создании индивидуального колорита Воронежа, в воспитании не одного поколения будущих архитекторов и инженеров-строителей.

В процессе эволюции скульптура теряет черты иносказательности, аллегии. Она становится элементом воспитания горожан в духе любви к малой Родине, гордости за своих земляков. Скульптура перестает быть обязательным элементом садов и парков.

К монументально-декоративным объектам можно отнести фонтаны скульптурного типа. В отличие от струйных фонтанов, в скульптурных фонтанах отсутствие водяного компонента не играет столь существенной роли. Их архитектурно-скульптурная форма может сохранить художественную цельность и самостоятельность, что дает им право являться монументально-декоративными объектами. [42].

В первой половине XVIII века устройство фонтанов в парках и садах получило широкое распространение. Фонтан – не менее характерное для эпохи барокко декоративное устройство, чем стриженные деревья. Как деревья в боскетах, так и вода в фонтанах принуждались к изменению своего естественного облика для того, чтобы

показать те или иные необычайные декоративные свойства. Для искусства барокко свойственно стремление удивить, поразить чем-то необыкновенным.

Идеей создания целой системы фонтанов был увлечен Петр I при оформлении Летнего сада Санкт-Петербурга (Рис. 1.127). Но особенно отдельно его занимала мечта о создании лабиринта на темы басен Эзопа, которая была осуществлена в 1720-х годах. Фонтаны представляли собой свинцовые позолоченные скульптурные группы и стоящую отдельно статую Эзопа (Рис. 1.128).

Рис. 1.127 - Проекты фонтанов из альбомов петровского времени. [2]

Рис. 1.128 - Фонтаны на тему басни Эзопа. Начало XVIII в. [4]

Эзопов лабиринт – сад скульптур на темы древнегреческих басен, который имеет особый назидательный, нравоучительный характер. Публикой известные басенные сюжеты прочитываются в связи с событиями недавно закончившейся русско-шведской войны. Например, змей, грызущий наковальню, намекает на ярость побежденного Карла XII, лев в клетке – на усмиренную Швецию. Планировка лабиринта, фонтаны, скульптурные группы в нем выполнены по рисункам архитектора М.Г. Земцова.

Разработка «Водяного плана» и обширная программа убранства Верхнего сада и Нижнего парка Петергофа фонтанами связано с именем французского архитектора Ж.-Б. Леблона.

Рис. 1.129 - Фонтан «Нептун». Петергоф. 1718 г. Арх. Б.-Ж. Леблон [43]

Рис. 1.130 - Большой каскад Нижнего парка. Петергоф. Гравюра И.В. Ческого по рисунку М. Шатошникова. Конец XVIII в. [5]

Рис. 1.131 - Римский фонтан [5]

Рис. 1.132 - Фонтан «Тритон-колокол». Арх. М. Земцов [5]

Рис. 1.133 - Фонтан-шутиха «Зонтик» [5]

Рис. 1.134 - Фонтаны-шутихи «Дубок» и «Тюльпаны». Арх. Б.К. Растрелли [5]

Верхний сад украшают пять фонтанов, самый крупный из которых – «Нептун», созданный по распоряжению Петра I и реализованный в 1718 году (Рис. 1.129). Устройство Нижнего парка отличается разнообразием и богатством скульптурных фонтанов. Некоторые из них:

- Большой каскад «Самсон, раздирающий пасть льва» имеет аллегорический сюжет скульптурной группы (Рис. 1.130). Скульптор Б.Ф. Растрелли завершил ее к двадцатипятилетнему юбилею Полтавского сражения.
- Римские фонтаны (Рис. 1.131). Устройство этих фонтанов было предусмотрено проектом Н. Микетти еще в 20-х годах XVIII века. Но к сооружению двух фонтанов в Нижнем парке приступили только в 1738 году по проекту И. Бланка и И. Давыдова. Пьедесталы и чаши фонтанов были сделаны из дерева и покрыты свинцовыми листами. Но в ноябре 1797 года был дан указ о сооружении Римских пирамид из гранита с

облицовкой из рускольского и тивдийского мрамора, что и было завершено к лету 1800 года. Композиция фонтанов, их основные размеры, прихотливые очертания старых бассейнов были сохранены. Однако новые формы плоских чаш, строгие прямолинейные профили, каннелированные пилястры и прямоугольные мраморные панно приглушили в облике фонтанов барочные черты.

- фонтан «Тритон-колокол» (Рис. 1.132). Впервые о фонтанах «Тритоны» упоминается в 1722 году в написанных Петром I «пунктах». В 1724 году было уточнено задание, предложено украсить фонтаны у Марлинского пруда скульптурными группами на сюжеты басен Эзопа. Их эскизы представил М. Земцов. В 1732 году в бассейны фонтанов поставили свинцовых тритонов, в поднятых руках младенцы-тритоны держат деревянные чаши, покрытые свинцом. В каждой чаше стояла трубочка с заслонкой.
- фонтаны-шутихи (Рис. 1.133-1.134). Фонтаны этого типа являлись неперменной принадлежностью регулярных садов барокко и служили забавой для посетителей резиденции. В Петергофе сохранилось несколько уникальных образцов подобных фонтанов: «Китайский зонтик», «Дубок», «Тюльпаны» и др.

В 1796 году Ф.П. Броуэром и И.В. Кейзером был создан Зонтичный фонтан («Китайский зонтик»). Массивный столб служит опорой кровли, завершенной деревянным резным цветком и окаймленной фестонами. Под зонтиком установлено круглое кресло с резными подлокотниками. При действии фонтана из ста шестидесяти четырех трубочек по краю кровли бьют струи, не давая посетителям выйти.

«Дубок» с золочеными листьями был частью декора фонтана, сооруженного в 1735 году по рисунку Б.К. Растрелли для Верхнего сада. В середине XVIII века он был разобран и вновь установлен только в 1802 году напротив Зонтичного фонтана. Тогда же вокруг «дубка» поставили фонтаны-тюльпаны и две фигурные скамьи, из-за спинок которых внезапно поднимается водяной навес.

Фонтаны скульптурного типа являлись излюбленным украшением не только дворцово-парковых ансамблей, но и крупных имений. Скульптурные группы украшали фонтаны и в Архангельском. В центре второй, нижней террасы лестницы, спускающейся от дворца в парк, расположен мраморный фонтан, представляющий живописную группу детей с дельфином (Рис. 1.135). Между маршами лестницы нижней террасы расположен второй фонтан с группой детей, играющих с лебедем (Рис. 1.136).

Рис. 1.135 - Фонтан на второй террасе. Архангельское. Фото автора, 2013 г.

Рис. 1.136 - Фонтан между маршами лестницы нижней террасы. Архангельское. Фото автора, 2013 г.

Рис. 1.137 - Вазы для фонтанов. Чертежи нач. XIX в. Арх. Воронихин А.Н.

Рис. 1.138 - Фонтан, фасад. Чертеж нач. XIX в. Арх. Воронихин А.Н. [12]

Рис. 1.139 - Фонтан на Лубянской площади. Москва. XIX в. [14]

Сюжеты скульптурных композиций фонтанов более спокойные, умиротворенные, что отражает художественные вкусы эпохи классицизма. Большое количество и разнообразие монументально-декоративных объектов усиливает впечатление грандиозности, масштабности ансамбля, создает образ большой художественной силы и красоты.

Сохранились чертежи скульптурных ваз для фонтанов, исполненные великим зодчим А. Н. Ворониным в начале XIX века, в эпоху классицизма (Рис. 1.137-1.138). [12] Сюжеты скульптурных групп упрощаются. Они уже не несут глубокого аллегорического смысла, чаще всего они представляют собой многоярусные чаши (Рис. 1.139).

В XX веке скульптурные фонтаны продолжают оставаться доминантами скверов, парков культуры и отдыха во многих городах советского государства. Они имеют разнообразные скульптурные группы: сценки из жизни, двух или трех ярусные чаши, декоративные вазы.

В 1936-1938 годах в Воронеже был построен второй вариант фонтана в Кольцовском сквере (Рис. 1.140). «В прямоугольном бассейне располагалась круглая в плане площадка, на которой шесть фигур детей, взявшись за руки, танцуют хоровод вокруг лежащего в центре крокодила. Железобетонную композицию дополняли шесть лягушек, из ртов которых тонкие струйки воды по дуге вылетали в направлении танцующих детей. По периметру цветное оформление дополняли крупные красные цветы с большими зелеными листьями». [28, с.63] Фонтан просуществовал до 50-х годов XX века и был переоборудован в фонтан струйного типа (Рис.1.74).

В историческом центре Воронежа на проспекте Революции у Помяловского спуска располагался фонтан в виде чаши на тонкой ножке, установленной в круглом бассейне. С краев бассейна к центру выбрасывались струи. В центре чаши имелась небольшая ваза, из которой под напором били струи воды (Рис. 1.141). В 80-х годах XX века фонтан переоборудован в фонтан струйного типа (Рис. 1.75).

В 1952 году в Воронеже был сооружен скульптурный фонтан в парке культуры и отдыха Ворошиловского района (ныне Ленинского района) (Рис. 1.142). Это был круглый в плане фонтан. Бассейн был выложен из кирпича и оштукатурен, окантован на уровне земли уложенным под угол кирпичом. В центре бассейна на пьедестале из рваного камня располагалась на изящной подставке чаша, по периметру которой находилось 16 сопел, в центре поднималась еще одна подставка и чаша с соплами, выбрасывающими струи вертикально вверх. От стенок бассейна тонкие мощные струи, наклоненные к чаше, дополняли водный объем фонтана. [28] Фонтан разрушен при строительстве торгового комплекса и реконструкции парка.

Рис. 1.140 - Фонтан в Кольцовском сквере. Воронеж. Середина XX в.

Рис. 1.141 - Фонтан у Помяловского спуска. Воронеж. Середина XX в. [28]

Рис. 1.142 - Фонтан в парке Ворошиловского района. Воронеж. 1952 г. [41]

Рис. 1.143 - Фонтан в Детском парке. Воронеж. Середина XX в. [36]

Четвертый, из представленных фонтанов скульптурного типа, создан в Воронеже в середине XX века в Детском парке. В 1948 году архитектором Н. Я. Неведровым был выполнен проект планировки Детского парка на месте бывшего плаца Кадетского корпуса – между улицами Ф. Энгельса и Студенческой, Феофистова и Чайковского. В 1954 году состоялось открытие парка, на главной аллее которой в центре был сооружен изящный по своим пропорциям фонтан (Рис. 1.143). В круглом бассейне возвышался шестиугольный постамент, на котором располагалась ротонда с шестью колоннами, поддерживающими шестигранную крышу, венчающуюся каменным цветком. В центре колоннады размещена ваза, напоминающая греческую амфору, с каждой стороны постамента в полукруглых неглубоких нишах находятся барельефы львиных голов, из пасти которых вытекают ниспадающие струи воды.

Единственный сохранившийся фонтан XX века в Воронеже как декоративно-монументальный объект бережно сохраняется горожанами.

Во второй половине XX века при строительстве фонтанов, используя электричество, применяют подсветку струй. Развитие науки и техники позволило использовать игру камня, воды и света, их особые свойства преломлять, отражать, двигаться, образовывать четкую горизонтальную поверхность. Это дало толчок к переоборудованию фонтанов скульптурного типа в струйные, монументально-декоративные объекты переходят в другой вид МАФ – городская и садово-парковая мебель.

К монументально-декоративным объектам относят декоративные чаши и вазы. Ими украшали аллеи парков и скверов, балюстрады, лестницы, фонтаны и просто парковые пространства.

Один из самых оригинальных фонтанов Нижнего парка Петергофа – фонтан «Пирамида». Художественный облик фонтана складывался постепенно. В 1739 году Ф. Исаков по проекту архитектора И. Давыдова украсил фонтан деревянной балюстрадой с деревянными вазами и четырьмя пирамидами, грани которых были покрыты морскими раковинами разных цветов. На вершинах пирамид сверкали медные золоченные звезды. Но в 1770 году вышел указ сделать на «Пирамиде» уступы каскадов, балюстрады, поручни, пьедесталы, вазы и пирамиды из мрамора. Архитектор И. Яковлев исполнил проект мраморного декоративного убранства, в котором ясно проступают черты раннего классицизма. При замене архитектурного обрамления вместо угловых пирамид были сделаны вазы, а бассейн облицован гранитом. В таком виде до нас дошел художественный облик фонтана и вид декоративных ваз конца XVIII века (Рис. 1.144).

Аллеи Нижнего парка Петергофа украшают тончайшей резьбы вазы из белого мрамора (Рис. 1.145).

Рис. 1.144 - Фонтан «Пирамида». Петергоф. Конец XVIII в. [5]

Рис. 1.145 – Декоративная ваза. Нижний парк Петергофа. Фото автора 2009 г.

Рис. 1.146 - Декоративная ваза. Гатчина, 1790-е гг. [5]

Рис. 1.147 - Лестница. Павловск. Арх. В. Бренна, 1756-1797 гг. [44]

Рис. 1.148 - Главный вход в дом. Горки. Вторая половина XVIII в. [9]

Рис. 1.149 – Терраса дома. Братцево. Вторая половина XVIII в. [17]

В 1790-х годах около Гатчины возникает комплекс регулярных садов. В их создании принимали участие В. Бренна, А. Захаров и Н. Львов. Сады украшали гермы, статуи, бюсты и вазы-кратеры (Рис. 1.146).

В 1799 году по проекту В. Бренна была разбита Большая каменная лестница, ведущая к Мариентальскому пруду в Павловском парке. Боковые стороны лестницы ограждены блоками с большими декоративными вазами в форме кратеров. Вазы были сделаны из порфира на Колыванских заводах (Рис. 1.147).

Последние десятилетия XVIII века ознаменовались особенно большим размахом строительства усадеб вокруг Москвы. Большинство усадеб, сохранившихся до наших дней, были основаны и получили свое развитие в эти годы. Партеры, лестницы, главные входы в дом и на террасы украшали декоративные вазы.

К типу небольших подмосковных ансамблей может быть отнесена усадьба Горки. Главный дом со стороны парадного двора оформлен шестиколонным портиком ионического ордера, к которому ведет широкая лестница с двумя мраморными вазами на ее боковых парапетах (Рис. 1.148).

Братцево – бывшее имение Апраксина, ранее принадлежавшее Людомирскому, во второй половине XVIII века принадлежало князю Н.С. Щербатову. Терраса дома, выходящая в парк, украшена вазами в форме кратеров (Рис. 1.149).

В XVIII веке особо распространены декоративные вазы формы кратера. Они изготавливались из порфира или вытесаны из цельного куска пудостского известняка. Обычно они устанавливались на высоких постаментах.

В XIX веке продолжают широко использовать декоративные вазы как элемент декоративного оформления аллей дворцово-парковых ансамблей, партеров усадеб. Их форма становится более разнообразная, все чаще используется на них лепнина.

Рис. 1.150 - Вид на павильон Трех граций. Павловск. 1807 г. [5]

Рис. 1.151 – Декоративные вазы в парке. Архангельское. Нач. XIX в. [30]

Рис. 1.152 - Мраморная ваза в парке усадьбы «Грузино». Новгородская обл. Первая треть XIX в. [30]

Рис. 1.153 – Бетонные и керамические вазы. Москва. Середина XX в. [30]

Рис. 1.154 – Широкие вазы в сквере у спуска на улицу Помяловского. Воронеж. 50-е гг. XX в. [36]

Рис. 1.155 – Декоративные вазы. Воронеж. Вторая половина XX в. Фото автора, 2019 г.

Чарльз Камерон – архитектор, создававший свои произведения в конце XVIII – начале XIX столетий – в эпоху классицизма. В 1807 году по его проекту в Павловском парке был создан Собственный садик. Обрамленная стриженными кустами прямолинейная дорожка, декорированная вазами на постаментах, вела к павильону Трех граций (Рис. 1.150).

Архангельское – яркий пример синтеза архитектуры и монументально-декоративных объектов с садово-парковым искусством. Аллеи архангельского парка украшают мраморные вазы формы кубка (Рис. 1.151).

Не только в близ лежащих к столице усадьбах любили украшать парки МАФ. 12 декабря 1796 года Павел I подарил село Грузино (Новгородская область) и окружающую волость А.А. Аракчееву. Наибольшие капиталовложения при строительстве относятся к 1815-1829 годам, когда все работы осуществлялись по проектам и под наблюдением В.П. Стасова. Сохранились декоративные вазы в парке усадьбы того периода времени. Вазы установлены на невысоких постаментах, имеют форму кубка и украшены двух ярусной лепниной (Рис. 1.152).

В середине XX века в садах и парках большое распространение получили керамические и бетонные вазы с нанесенным на них рисунком сграфитто или мозаикой (Рис. 1.153). Они устанавливались на низких постаментах. Наряду с ними изготавливались широкие низкие вазы (Рис. 1.154) и вазы формы кубка из бетона с мраморной крошкой (Рис. 1.155). Декоративные вазы оформляли входы, лестницы и могли свободно размещаться на газонах и цветочных партерах.

Чем ближе время подходило к XXI столетию, тем все меньше декоративных ваз можно было увидеть в парках и скверах городов. Как фонтаны скульптурного типа, так и декоративные вазы перестали быть излюбленными элементами садово-парковых композиций и городской среды. Они отвечали архитектурной моде до последней трети XX века. Эволюция декоративных ваз шла по пути расширения применяемых материалов для их изготовления (от пудостского известняка и мрамора до бетона и керамики) и увеличения разнообразия типологии форм ваз как один из элементов

оформления градостроительной среды. Их заменяют вазоны из бетона и пластмассы, которые менее трудоемки при изготовлении и в эксплуатации. Эти монументально-декоративные объекты переходят в другой вид МАФ (городская и садово-парковая мебель).

2. Специальные малые архитектурные формы (МАФ) включают:

- ритуальные

В каждой религии есть свои ритуальные МАФ. Большинство верующего населения России – люди православной веры.

Самыми древними ритуальными МАФ были кресты. Первые простейшие формы их были выполнены в дереве, в дальнейшем кресты изготавливали из камня, металла, мрамора.

Древние ритуалы органично вошли в христианский культ и получили соответствующее символическое истолкование. Примером может служить крест у колодца, так как почитание водоемов и вера в магические свойства воды существовали задолго до появления христианства (Рис. 2.1).

Рис. 2.1 – Крест у колодца. [45]

Рис. 2.2 - Поклонный крест в Никольской бухте. Валаам, 1861 г. [46]

Рис. 2.3 – Мавзолей В.Е. Морозова на Преображенском кладбище. Арх. Шехтель Ф.О.. Москва, 1898 г. [14]

Рис. 2.4 – Памятный крест на месте гибели в.к. Сергея Александровича. Арх. Васнецов В.М.. Москва, Кремль. 1905-1908 гг. [14]

Рис. 2.5 – Памятник на могиле А.П. Чехова. Арх. Браиловский Л.М.. Москва, Новодевичий некрополь. 1907-1908 гг. [14]

Рис. 2.6 – Памятный крест новомученикам Воронежским. Арх. Карпова О.А. Фото автора, 2018 г.

Рис. 2.7 – Поклонный крест на повороте трассы к Никольскому кладбищу. Воронеж. Фото автора, 2019 г.

Кресты устанавливали на монастырских землях, на местах захоронения, в память об утраченном храме, на открытом месте как напоминание о святости данного места. С течением времени меняется только материал изготовления этой святыни христианства: дерево, камень, металл, бетон.

Поклонный крест в Никольской бухте (Рис. 2.2) как МАФ служил ориентиром для судов и напоминанием путешественникам о святости Валаамской земли. Первоначально он был изготовлен деревянным, в XIX веке заменяется каменным.

Несмотря на то, что этот вид МАФ более устойчив к изменениям в композиционном, пластическом, колористическом решениях, имеются работы, отступающие от классических форм. Сменяющиеся архитектурные стили добавляют штрихи к облику религиозной святыни.

В 1898 году один из самых известных московских архитекторов Ф.О. Шехтель, с легкостью переходивший от одной архитектурной стилистики к другой, вслед за изменчивой модой, создает мавзолей В.Е. Морозова в стиле модерн (Рис. 2.3). Завиток спирали, обозначающий бесконечность развития, стал ведущей темой декора МАФ. Данный элемент играет важную роль в чувственном восприятии произведения.

Многогранно творчество В.М. Васнецова. Художник был убежденным сторонником традиционных основ русской жизни – православия и самодержавного правления. Среди его работ в сфере архитектуры есть проекты церквей и ритуальных МАФ (часовни, надгробные памятники, надгробия). В 1905-1908 годах Васнецов В.М. на месте трагической гибели губернатора Москвы исполнил памятный крест в Кремле (Рис. 2.4). Его прообразом стали обетные кресты Русского Севера.

Архитектор Браиловский Л.М. оставил заметный след в истории московского модерна. Его экспрессивные, выразительные скульптурные надгробия относятся к числу самых ярких в России проявлений стиля в этом жанре. [14] Надгробному памятнику на могиле А.П. Чехова архитектор придал плавность линий и стрелчатое завершение (Рис. 2.5).

Несмотря на имеющиеся надгробные памятники и надгробия, выполненные в стиле модерн в начале XX века, в России предпочтение по-прежнему отдавалось и отдается традиционным формам надгробных монументов: часовням, крестам (Рис. 2.6-2.7) или скульптурным композициям в русском стиле.

1. Справочник архитектора. Т. III, 1-й полутом. Озеленение городов / под ред. Л.С. Залесской. – Москва, 1957. – 380 с.
2. Горохов В.А. Зеленая природа города. Садово-парковое искусство России. Т.2 / В.А. Горохов. – Москва : Архитектура-С, 2012. – 588 с.
3. Воронеж: встреча с прошлым и настоящим: ист.-архит. иллюстрированный справочник-путеводитель по культурно-ист. Памятникам / под ред. В. Мальцева. – Воронеж : Изд-во Воронежского государственного университета, 2005. – 211 с.
4. Шмидт Н. Парковые «малые формы» / Н. Шмидт // Архитектура СССР. – 1940. – № 12. – С. 29-38.
5. Воронежские дороги: от ямских трактов до автомагистралей / под ред. д.т.н., профессора В.П. Подольского. – Воронеж : Издательство «Кварта», 2001. – 272 с.
6. Курск на старой открытке / Составители и описали И.Е. Монастырев, Ю.В. Донченко – изд. – Курский областной комитет государственной статистике - Курск, 2001. – 200 с.
7. Троицкий Н.В. Воронеж / Н.В. Троицкий. – Москва : Гос. изд-во литературы по строительству, архитектуре и стройматериалам, 1958. – 118 с.
8. Попов П.А. Воронеж: История города в названиях улиц / П.А. Попов. – Воронеж : Кварта, 2003. – 447 с.
9. Историко-культурное наследие Воронежа: Материалы Свода памятников истории и культуры Российской Федерации / Рук. науч. проекта Э.А. Шулепова; Науч. ред. Е.Н. Чернявская, Т.С. Старцева. – Воронеж : Центр духовного возрождения Черноземного края, 2000. – 574 с.
10. Елецких В.Л. Легенды Бринкманского сада / В.Л. Елецких. – Воронеж: НФ «Таврово. Наследие Петра I», 2014. – 103 с.
11. Сазиков А.В. Москва в праздники и в будни: убранство российской столицы от Петра I до наших дней / А.В. Сазиков. – Москва : Союз – Инфо, 2007. – 215 с.
12. Троицкий Н.В. Облик будущего Воронежа / Н.В. Троицкий. – Воронеж: Воронежское книжное изд-во, 1953. – 64 с.
13. Городков А.В. Архитектурно-строительное проектирование в природообустройстве / А.В. Городков. – Санкт-Петербург : Проспект науки, 2016. – 399 с.
14. Вейнерт Н. Фонтаны / Н.Вейнерт // Архитектура СССР. – 1937. – № 5. – С. 55-63.
15. Иванова О.А. Павловский парк / О.А. Иванова. – Ленинград : Госуд. изд-во литературы по строительству и архитектуре, 1956. – 124 с.
16. Капица Ф.С. Славянские традиционные верования, праздники и ритуалы: справочник / Ф.С. Капица. – М. : Флинта : Наука, 2001. – 215 с.
17. Пейда И. Возрождение традиционных монастырских промыслов и реабилитация территории острова Валаам / И. Пейда // Архитектура, Строительство, Дизайн. – 2001. – № 2. – С.28-31.

Корвякова С.М., Корвякова О.Я.

Эволюция малых архитектурных форм (МАФ) как объектов градостроительной среды в России с XVIII до начала XXI веков (3 части, 3-я часть)

*Воронежский государственный технический университет
(Россия, Воронеж)*

doi: 10.18411/sr-10-08-2020-06

idsp: sciencerrussia-10-08-2020-06

Аннотация

Статья посвящена вопросу развития и смене малых архитектурных форм с течением времени. Приведены примеры малых архитектурных форм по каждому виду согласно классификации на различных этапах эволюции отечественной архитектуры.

Рассмотрен внешний вид малых архитектурных форм и материалы, применяемые для их создания, по мере изменения архитектурных стилей и научно-технических преобразований в России.

Ключевые слова: малые архитектурные формы, элементы благоустройства, благоустройство городов, благоустройство территорий, садово-парковая архитектура, архитектурно-художественная среда, реконструкция, реновация.

К ритуальным МАФ отнесены небольшие часовни. Первые простейшие часовни появились у славян с распространением христианства, и ставились они в священных рощах язычников или на месте, где раньше находились идолы. К простейшим в плане часовням относят часовни под крестом. Чаще всего это придорожные часовни, которые представляли собой квадратную в плане беседку, четыре столба которой несут на себе крышу – двухскатную или шатровую.

Ввиду отсутствия алтаря в часовнях, а с ним и священника, дало возможность совершать в часовнях свои тайные богослужения раскольникам. Это стало причиной издания Петром I Указов в 1702 и в 1712 годах об уничтожении всех часовен в России – как подчиняющихся Синоду, так и раскольничьих. Только в 1853 году Синод разрешил строительство часовен. [47] В учебном пособии [47] дан анализ большого количества часовен XIX века из альбома Г.В. Барановского как по архитектуре, так и по назначению. Сделан вывод, что часовня, квадратная в плане, является наиболее распространенным вариантом. Все другие православные часовни можно рассматривать как вариации на тему «квадрат» (Рис. 2.8).

На рубеже XIX и XX веков некоторые архитекторы возводят небольшие храмовые постройки в романтических ретроспективных стилях (готика, романский, модерн). Примером может служить работа московского архитектора И.Е. Бондаренко – часовня над могилой А.Я. Полякова в усадьбе Знаменское (Губайлово) (Рис. 2.9). Архитектор комбинирует формы, связанные с древнерусским зодчеством, с национальной архитектурной пластикой Пскова и Новгорода.

Рис. 2.8 – Проект деревянной часовни в Шенкурском уезде. Фасад и план. Гражд. инж. Ф.Ф. Любянов. 1887 г. [47]

Рис. 2.9 – Часовня над могилой А.Я. Полякова в усадьбе Знаменское (Губайлово) (совр. Г. Красногорск). Арх. Бондаренко И.Е., 1900-е гг. [14]

Рис. 2.10 – Часовня в неорусском стиле. Арх. Щусев А.В., 1910 г. (?) [14]

Рис. 2.11 – Часовня-сень. Воронеж, п. Репное. Нач. XXI в. Фото автора.

Рис. 2.12 – Часовня для водосвятных молебнов. Арх. Буров И.В., 2007 г.

Рис. 2.13 – Часовня новомучеников Алексеево-Акатова монастыря. Вид часовни и план. Арх. Буров И.В.. Воронеж, 1992 г. Фото автора, 2018 г.

Рис. 2.14 – Часовня в честь иконы Божией Матери «Утоли моя печали». Вид часовни и план. Арх. Карпова О.А.. Воронеж, 2010 г. Фото автора, 2018 г.

Рис. 2.15 – Часовня-сень на территории Благовещенского собора. Вид часовни-сень и план. Воронеж, 2001 г. Фото автора, 2019 г.

В списке работ такого известного архитектора конца XIX – XX веков как Щусев А.В. есть часовня в неорусском стиле. Почти все его программные

произведения дореволюционного периода связаны с русской православной церковью. При разработке проекта часовни зодчий вложил свой подход, основанный на изучении памятников древнерусской архитектуры (Рис. 2.10). В стеновом декоре удивительно тонко и изысканно переработаны лаконичные росписи новгородских и псковских храмов.

XX столетии в советское время шло активное закрытие православных храмов, разрушение часовен. Только в конце века начинается возрождение духовности общества. Часовни, построенные в последние годы в российских городах, практически сохранили свое назначение.

Ритуальных МАФ, построенных на рубеже XX и XXI веков в Воронеже:

- кирпичная часовня-сень, завершенная главкой, сооружена на сельском кладбище в 2000 – 2001 годах (Рис. 2.11);
- водосвятная часовня – часовня иконы Божией Матери «Живоносный источник» (Рис. 2.12). Восьмигранная часовня-сень для водосвятия, сооружена в 2007 году;
- часовня новомучеников Воронежских в Алексеево-Акатовом монастыре (Рис. 2.13). Кирпичная одноглавая часовня в виде четырехстолпной сени, сооружена в 1992 году. Часовню украсили мозаичными изображениями пяти новомучеников: Петра (Зверева), Иннокентия (Беды), Косьмы (Вязникова), Тихона (Кречкова) и Георгия (Пожарова). На стене часовни имеется памятная доска.
- часовня в честь иконы Божией Матери «Утоли моя печали» (Рис. 2.14). Часовня построена в 2010 году и имеет мозаичное изображение иконы Божией Матери. [48]
- часовня в виде четырехстолпной сени возведена на аллее в память о погибших и умерших воронежцах-участниках ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС (Рис. 2.15). Кирпичная часовня-сень открыта и освещена 26.04.2001 года в день 15-летия со дня трагедии.

Выводы, сделанные автором [47], можно применить и к часовням XX – начала XXI веков. Большинство их квадратные в плане, имеют одну главку, строительный материал – кирпич.

- мемориальные

Мемориальные МАФ (от лат. *memorialis* – памятный) – архитектурные формы, посвященные или передающие атмосферу выдающихся исторических событий, связанные с государственными, политическими, общественными и военными деятелями, деятелями науки, литературы и искусства. Эти МАФ входят в мемориальные ансамбли, в экспозиции мемориальных музеев и мемориальных парков. По функциональным (тематическим) принципам мемориальные объекты делят:

- мемориалы на братских могилах;
- мемориалы, посвященные событиям;
- мемориалы-музеи. [49]

Благодаря созданию на базе охраняемых государством памятных комплексов мемориальных парков и мемориальных музеев, можно рассмотреть мемориальные малые архитектурные формы более раннего периода времени.

Первые мемориальные парки были заложены в России Петром I. Это – Петергоф, Стрельна, Екатерининский парк в Пушкине, где установлено ряд памятников в честь побед русской армии и флота.

Один из современников Пушкина назвал Царское Село «пантеоном российской славы». Автором многих разнообразных мемориальных сооружений в это время

выступает Антонио Ринальди. Победы над шведами в Северной войне, в русско-турецких войнах совершались в 70-е годы XVIII века. Вся группа мемориальных МАФ несет в себе уже новые качества архитектуры, которые приходят на смену пышным замыслам и безудержной декоративности барокко. «В них в значительной степени выявлены строгие и монументальные, четкие по содержанию и по формам выражения идеалы классицизма. Композиционный строй этих памятников прост и отличается несомненной цельностью. Декоративные элементы, сдержанные по прорисовке, подчинены логике общего композиционного решения.

Лишь немного здесь напоминает об уходящем с арены мировой архитектуры стиле барокко: введение раскреповок, некоторая усложненность отдельных профилей и деталей... Раскреповки и изящно прорисованные профили не создают глубоких теней. Вазы и ростры, как и другие декоративные элементы, выполненные из естественного камня и бронзы, не нарушают спокойного силуэта памятника и мягко сочетаются по цвету с общим спокойным колоритом». [27, с.118-119]

На регулярной части Екатерининского парка поставлена ростральная Морейская колонна – памятник блестящей победы, одержанной русскими войсками над турками на полуострове Морее в Средиземном море 17 февраля 1770 года. Колонна воздвигнута 4 октября 1771 года (Рис. 2.16). Структурное построение памятника: колонна, увенчанная круглым обелиском с рострами, покоится на четырехгранном постаменте с двухступенчатым основанием. Основные соотношения элементов Морейской колонны, если исключить нижний плинт постамента и завершающий колонну обелиск, соответствуют закономерностям римско-дорического ордера (1:3). Пьедестал и фуст колонны изготовлены из серого сибирского мрамора, плинт, база и капитель – из белого каррарского мрамора. Колонну венчает конусообразный обелиск из розового тивдийского мрамора с рострами – носами кораблей. Этим подчеркивается, что победа была одержана при участии русского флота.

Рис. 2.16 - Морейская колонна. Царское Село. Арх. А. Ринальди, 1771 г. [10]

Рис. 2.17 - Крымская колонна. Царское Село. 1777 г. [27]

Рис. 2.18 - Кагульский обелиск. Арх. А. Ринальди, 70-е годы XVIII в. [27]

Рис. 2.19 - Гатчинский парк. Чесменский обелиск. Арх. А. Ринальди [27]

Рис. 2.20 - «Пьедестал мраморный в честь добродетели и заслуги». Арх. А. Ринальди (?), 1770-е гг. [27]

Рис. 2.21 - Памятник Елене Павловне. Павловск. 1806 г. [5]

В Царскосельский ансамбль памятников славы входит и Крымская колонна, воздвигнутая в честь присоединения к России Крыма (Рис. 2.17). Колонна изготовлена из светло-серого уральского мрамора. Летом 1777 года колонну подняли на пьедестал из серого с белыми прожилками мрамора. Через несколько лет колонну украсили отлитыми из бронзы трофеями: композиция из турецких знамен, лука, колчана со стрелами и щита. «Есть основания считать, что идея композиции памятника принадлежит А. Ринальди». [27, с. 112-113]

21 июля 1770 года отряд русской армии под командованием П.А. Румянцева разбил турецкую армию при реке Кагул. В честь этой победы была установлена в 1771 – 1772 годах мемориальная МАФ (Рис. 2.18). Иголообразный четырехгранный обелиск и его пьедестал вытесаны из темно-серого мрамора, карниз пьедестала и профилированная часть цоколя – из светло-серого, почти белого, мрамора. Переход от обелиска к пьедесталу решен в виде параллелепипеда с гранеными рустами. Для этой

части памятника использован красный тивдийский и темно-серый мрамор. Из розового и красного полированного гранита выполнено ступенчатое основание для всего памятника. [5]

Из так называемого «Юрнала» - подробной описи Гатчинского парка, составленной в 1783 году, значился Чесменский обелиск. Он сооружен в честь победы русского флота, которым командовал Алексей Орлов, над турецкой эскадрой в Чесменской бухте (Рис. 2.19). Три ступени из красного гранита ведут на квадратный стилобат-площадку, служащую основанием для пьедестала обелиска. Пьедестал вытесан из темно-серого сибирского и сероватого рускольского мрамора, а сам обелиск – из бело-розового тивдийского мрамора. Для плинта и профилированного основания обелиска использован красный тивдийский мрамор.

Все рассмотренные мемориальные памятники имеют устремленную ввысь форму (колонна, пирамида). Они лаконичны по форме, четки по композиции. В мемориальных МАФ нашло свое отражение характерное для второй половины XVIII века увлечение русским мрамором. Большое значение придается подбору цветов и оттенков используемого материала. Служа украшением парков, они вместе с тем наглядно показывали богатство недр России и служили благодарностью потомков за одержанные победы.

При разработке более интимных мемориальных архитектурных форм большое внимание уделялось также подбору цветов мрамора и иносказательным (символическим) рисункам барельефов.

В Екатерининском парке имеется «Пьедестал мраморный в честь добродетели и заслуги» (Рис. 2.20). Памятник относится к началу 1770-х годов и его проект, склонны считать, выполнил А. Ринальди. [27, с.115] Изображение памятника можно увидеть в альбоме царскосельских строений, составленном И.В. Нееловым в 1776 году. Композиционный строй памятника прост: стилобат, состоящий из трех гранитных ступеней, подводит к площадке, на которой установлен высокий мраморный пьедестал с вазой-урной, заканчивавшийся языком пламени. Весь памятник выдержан в серо-бело-розовых тонах.

В Павловске, ниже Мариентальской запруды, Славянка образует два рукава и небольшой остров посередине. В 1806 году на этом острове был установлен мраморный памятник, посвященный дочери Павла I – Елене Павловне (Рис. 2.21). Памятник представлял собой мраморную призму на цоколе. На одной стороне помещен беломраморный барельеф работы скульптора И.П. Мартоса. Барельеф изображает скорбно склоненного юношу – гения смерти, держащего в опущенной правой руке венок из роз (символ супружеского счастья), а левой рукой опирающегося на опрокинутый факел (иносказательное обозначение смерти). Призма завершалась небольшой вазой из темно-красного порфира. [5]

Многие известные архитекторы прошлых столетий, создавшие крупнейшие монументальные произведения, занимались разработкой малых архитектурных форм. Сохранились чертежи А.Н. Воронихина, где в разделе «Малые архитектурные формы» имеются планы и общие виды мемориальных МАФ начала XIX века (Рис. 2.22-2.24). [12]

Архитектор Тома де Томон извесен не только как автор крупных монументальных произведений (здание Биржи на стрелке Васильевского острова, театр в Одессе и др.), но и как создатель МАФ, в том числе и мемориальных (Рис. 2.25). [50]

Имеется архитектурная энциклопедия второй половины XIX века (автор Г.В. Барановский), где представлено оформление братских могил МАФ и мемориальные памятники известных людей того времени (Рис.2.26-2.28). [51]

Рис. 2.22 - Ваза на колонне, общий вид и план. Арх. Воронихин А.Н. Чертеж нач. XIX в. [12]

Рис. 2.23 – Обелиск в Петергофе. Чертеж нач. XIX в. [12]

Рис. 2.24 - Мавзолей Берга. Чертеж нач. XIX в. [12]

Рис. 2.25 – Колонны-obeliski. Варианты проектов. Арх. Томон, XIX в. [50]

Рис. 2.26 – Братская могила рабочих, погибших при взрыве на Охтенском пороховом заводе, близ С.-Петербурга. Арх. Р.Р. Марфельд, 1889 г. [51]

Рис. 2.27 - Проект памятника офицерам и низшим чинам 61-го пехотного Владимирского полка, павшим при обороне Севастополя. [51]

Рис. 2.28 – Памятник на Лютеранском кладбище в Санкт-Петербурге. Арх. В.А.Шретер, 1890 г. [51]

Большинство представленных мемориальных МАФ имеют вид пирамиды, шестигранного в плане параллелоипеда, колонны, установленных на пьедестал. В XIX веке устанавливали мемориальные МАФ и отступая от классических форм. Так, на братской могиле создан памятник, составленный из старинных гранитных жерновов (Рис. 2.26).

Мемориальные МАФ начала XX века отражают устремления новой эры в истории человечества. Обелиск Конституции был открыт к первой годовщине Великой Октябрьской социалистической революции на Советской площади перед зданием Совета рабочих, крестьянских и солдатских депутатов (Рис. 2.29). Иголообразный четырехгранный обелиск установлен на широком пьедестале.

В марте 1917 года в Царском Селе состоялись похороны убитых и скончавшихся от ран участников событий февральской революции. На месте братской могилы в 1923 году был воздвигнут деревянный обелиск, который в 1927 году был заменен новым памятником из долговечных материалов, представлявший собой урну на пьедестале (арх. В.И. Яковлев). В 1941-1944 годах фашистские захватчики уничтожили памятник. В 1946 году установлен четырехгранный обелиск из черного полированного гранита на постаменте из розового гранита (Рис. 2.30).

В XX веке и в первые десятилетия XXI века наблюдается тенденция к все большему разнообразию мемориальных МАФ. Они могут представлять собой не только иголообразную пирамиду или колонну, воздвигнутую на пьедестал, но и скульптуру, рядом с которой установлены пилоны с именами погибших или умерших от ран героев.

Особенно многотипны мемориальные ансамбли, воздвигнутые после Второй мировой войны, которые были посвящены павшим воинам и жертвам фашистского террора. Их строительство принимало характер общегосударственного дела.

В Воронеже 6 декабря 1951 года было образовано воинское кладбище, состоящее из индивидуальных захоронений воинов, погибших в годы Великой Отечественной войны и умерших от ран после ее окончания.

Мемориальные МАФ представлены в виде 3-х мраморных плит. На первой от центральной аллеи плите указаны годы гибели захороненных – 1942-1943; на второй – надпись: «Вечная слава защитникам города Воронежа», на третьей – имена погибших. (Рис. 2.31).

Парк Патриотов находится в Левобережной части города Воронежа. На краю парка – братская могила воинов Великой отечественной войны. В 1969 году над ней была установлена скульптура, собранная из листовой меди: солдат, ломающий фашистскую свастику (Рис. 2.32). В 80-е годы ее демонтировали. [37]

В мае 2010 года на месте скульптуры воздвигнута стела, выполненная в стиле дорического ордера и изваянная из гранита. Стела увенчана гербом России, а передняя часть ее постамента декорирована картушем и строками из текста указа Президента о

присвоении Воронежу звания «Город воинской славы». Обратная часть постамента – картуш с изображением герба города (Рис. 2.33).

Мемориальные МАФ, посвященные событиям, могут представлять собой просто памятные знаки в виде камня или военной техники (самолет, танк), установленные на подготовленную площадку. Рядом обычно имеется памятная доска с выбитыми словами в честь какого события МАФ установлена.

В Первомайском саду города Воронежа (ныне территория Благовещенского собора) в 1975 году установлен памятный знак – камень с мемориальной доской и плиты с изображением красноармейцев (скульптор Б.А. Катков, арх. П.П. Даниленко). (Рис. 2.34). Здесь в августе 1941 года был сформирован и вошел в состав 100-й стрелковой дивизии (преобразованный вскоре в 1-ю гвардейскую стрелковую) Воронежский добровольческий коммунистический полк.

13 июня 1942 года в саду Пионеров Воронежа во время детского праздника на зрительские ряды упала фашистская бомба. Спустя 50 лет после трагедии 13 июня 1992 года на улице Театральная (проложена по бывшей территории сада) открыли памятный знак. Это - не скульптура или сюжетная композиция, а просто каменная плита, на которой изображена мертвая птица и выполнена надпись, сообщающая о гибели в саду 300 человек (Рис. 2.35).

Рис. 2.29 – Обелиск Советской Конституции. Арх. Д. Осипов, скульптор Н. Андреев. Москва, 1918-1920 гг.. [52]

Рис. 2.30 – Памятник «Борцам революции». Царское Село, 1946 г. [5]

Рис. 2.31 – Братская могила № 4. Воронеж, 1951 г. Фото автора, 2018 г.

Рис. 2.32 – Памятник на братской могиле. Воронеж, 70-е гг. XX в. [37]

Рис. 2.33 – Памятник на братской могиле. Воронеж, нач. XXI в. Фото автора.

Рис. 2.34 – Памятный знак. Воронеж, 1975 г. Фото автора, 2018 г.

Рис. 2.35 – Памятный знак на месте гибели людей 13.06.1942 г. Воронеж, 1992 г.

Рис. 2.36 – Памятник воинам-интернационалистам. 2014 г. Фото автора.

Рис. 2.37 – Памятная стела участникам войны 1812 г.. 2012 г. Фото автора.

В композицию мемориалов, посвященных отдельным людям или группе лиц, могут входить МАФ в виде стелы (памятная стела участникам войны 1812 г, Терновое кладбище, Воронеж – Рис. 2.37), пилоны, плиты, скульптура.

Памятник воинам-интернационалистам, погибшим в ходе локальных и военных конфликтов, нашим современникам, открыт в Воронеже в августе 2014 года (авторы – скульптор А. Дикунов, архитектор – Р. Пупавцев) (Рис. 2.36). Мемориальная композиция представлена скульптурой воина-интернационалиста, вокруг которой установлены четыре мраморных пилоны. На них выбиты имена 429 воинов-воронежцев, погибших в разные годы и в разных странах в локальных конфликтах, произошедших в мирное время.

Эволюция мемориальных МАФ идет по пути разнообразия как применяемых материалов (от мрамора в XVIII веке до гранита, металла, железобетона, пластика в настоящее время), так и архитектурно-пространственных решений (от мраморных колонны, обелисков в XVIII веке до обелисков, стел, памятных знаков, мраморных плит и пилонов, скульптур, объемно-пространственных форм в начале XXI века).

МАФ мемориалов-музеев – павильоны, гроты, фонтаны, беседки могут стать мемориальными при музеефикации усадеб, имений, некрополей. Их цель – сохранить и донести до потомков атмосферу и окружение, связанное с жизнью и деятельностью выдающихся людей.

- спортивные МАФ

Основной формой физической подготовки в древности были игрища. Целью физического воспитания вплоть до XVIII века была военно-физическая подготовка, что объясняется тем, что Русь вынуждена была вести много войн.

Массовой народной формой физического воспитания на Руси были кулачные бои, в праздничные дни устраивали соревнования по борьбе, различные виды бега, игры с мячом, в чехарду, в бабки и др.. На масленицу у казаков популярны были скачки. Не было спортивных МАФ, а использовали подручные материалы. Так, при скачках стояла мишень – пучок камыша. Только во второй половине XVIII века смелые, прогрессивные выступления о необходимости включения организованных занятий по физическому воспитанию в процесс образования детей побудили лиц, отвечающих за образование и воспитание, рекомендовать школам средства физического воспитания. В 1791 г. для народных школ было издано руководство «О должностях человека и гражданина», в котором рекомендовалось проявлять заботу о физическом развитии детей и их здоровья. Однако эти усилия государства оставались на уровне призывов и деклараций, а физического воспитания как такового в России того времени практически не было. [53]

Во второй половине XIX века происходит становление естественно-научных основ физического воспитания, создание системы физического воспитания, развитие современных видов спорта. В 1893 -1896 годах Лесгафт П.Ф. – создатель отечественной системы физического воспитания (образования), берется за новое, ранее не существовавшее в России дело – организацию площадок для игр. В начале XX века его дело продолжают образующиеся общественные физкультурно-спортивные организации. Они пропагандируют здоровый образ жизни, занятия спортом, организуют физическое воспитание с населением страны. В это время возникают первые виды спортивных МАФ – оборудование полей и площадок для занятий различными видами спорта на открытом воздухе. Свое массовое распространение эти виды малых архитектурных форм находят в период 20-80-х годов XX века, когда программной и нормативной основой советской системы физического воспитания являлся комплекс ГТО. Во дворах появились кольца, турники, брусья (Рис. 2.38).

Рис. 2.38 – Гимнастический городок. Ринг для бокса. Передвижная баскетбольная стойка. 40-е гг. XX в. [54]

Рис. 2.39 – Гимнастическое снаряжение, тренажеры в парках и во дворах многоэтажных домов г. Воронежа. Нач. XXI в. Фото автора, 2018 г.

В начале XXI века оборудование места для занятий спортом становится неотъемлемой частью благоустройства территории. Для самостоятельных занятий физическим воспитанием по месту жительства в парках и скверах все более широкое распространение получает строительство простейших сооружений в виде площадок по различным видам спорта (волейбол, баскетбол, футбол и др.), гимнастических городков на открытых площадках с размещением несложных тренажеров, гимнастических снарядов и т.п. (Рис. 2.39).

В своем развитии за последнее столетие спортивные МАФ не претерпели какого-либо существенного изменения. Их многообразие только дополнили всевозможные тренажеры, позволяющие занимающемуся на небольшой по размерам площадке получить большую физическую нагрузку.

- детские МАФ

Описания детских МАФ XVIII века автором не найдены.

Из литературных источников известно, что в XIX веке появляются клубы, основу которых составляли люди со схожим образом жизни – с общими нравами, культурными вкусами и деловыми интересами. Так, в Воронеже популярный клуб – Семейное собрание (Воронежское Семейное собрание приказчиков и лиц торгово-промышленного и служебного труда) к 1909 году распоряжался садом. Здесь были скамьи, столы, легкие навесы и летние игровые площадки для своих детей, с которыми занимались ручным трудом, организовывали праздники. [55]

Широкое распространение детские МАФ получают в советское время, когда создаются ясли, детские сады, детские парки. В 40-е годы в СССР так определялись назначение и задачи детских площадок и парков. ««Детским паркам свойственна совершенно особая парковая архитектура, где эстетика паркового пейзажа или сооружения приспособляется к поведению и мировоззрению юных посетителей.

В детском парке все должно «работать» на ребенка; все элементы, начиная от крупного сооружения, кончая простым аттракционом и скамейкой, и сама природа должна служить фоном для детских игр и занятий. Территория детского парка насыщается игровыми лужайками, искусственными горками, ручейками, занимательными аттракционами. В оформлении преобладают как военно-спортивные, так и научные или сказочные темы.

Расстановка сказочных избушек и объемных изображений птиц и зверей превращает этот участок парка в особый фантастический таинственный уголок, незаменимый для детских игр». [26, с.16]

Детские МАФ середины XX века – это песочницы, качели, карусели, катальные горки. (Рис. 2.40)

К началу XXI века цель обустройства детских площадок не изменилась. К игровым устройствам для детей предъявляются те же требования: способствовать развитию детей как физическому, так и умственному, давать свободу фантазии.

Рис. 2.40 – Игровое оборудование с прогрессивно нарастающими высотами площадок. Карусель «Голландский диск». Середина XX в. [56]

Рис. 2.41 – Воронеж. Катальные горки. Песочница. Качели. Детская карусель. Детская скульптура. Нач. XXI в. Фото автора, 2018 г.

Эволюция этого вида МАФ идет по пути увеличения их разнообразия, как по конструктивным признакам, так и по цветовому решению (Рис. 2.41). В наши дни специалисты все чаще создают не простые качели, карусели, песочницы, а оформляют их в виде пароходов, сказочных растений, фигур животных. Во многих городах появляются детские площадки, оформленные по тематическому замыслу: сказочные крепости, замки, теремки, имитация морских, транспортных, космических, арктических сооружений.

- МАФ для отдыха и развлечения

Каждая историческая эпоха меняла содержание форм отдыха и развлечений, приемы их организации и декорирования.

В России устройством парков с аттракционами для развлечения начали заниматься только в эпоху правления Петра I. В первой четверти XVIII века отдых и развлечения носили карнавально-маскарадный характер. Достаточно полно известна история организации и проведения карнавального гуляния в честь победы России над Турцией и присоединения Крыма к России. Оно состоялось 21-23 июня 1775 года в трех верстах от Москвы, на обширном лугу возле речки Ходынки. По проекту архитектора В. Баженова и М. Казакова пустырь был превращен в игровое и

декорированное пространство, расчерчен в виде гигантской «морской карты». «... «город» и «крепость» функционировали как торгово-ярмарочные ряды, буфеты, развлекательные помещения для театрализованных представлений, танцевальные залы. Всюду размещались аттракционные забавы, качели, карусели» (Рис. 2.42). [57, с.89]

В XVIII веке во многих крупных ансамблях города и загородных усадьбах отводилась территория для игр и развлечений. Сохранился аксонометрический план Петербурга 1765-1775 годов, где хорошо видны амфитеатр и партер Летнего сада (Рис. 2.43). Изображение сада неполное: оно охватывает только его центральную часть. Но и по этому частичному чертежу можно составить представление об ансамбле в середине XVIII века и о видах отдыха и развлечений того времени. «Амфитеатр украшала золоченая и мраморная скульптура. Приподнятая площадка его завершалась стриженной зеленой стеной, на фоне которой были размещены бюсты римских императоров и вазы из белого мрамора. Вместе с каскадом они создавали эффектную декорацию, завершавшую партер. Амфитеатр служил в качестве сцены, а для зрителей были сделаны обычные в то время дерновые скамьи». [4, с.55] Вычурная, затейливая форма амфитеатра, чрезмерное украшение места отдыха – все это есть барочные черты архитектурного стиля XVIII века.

Парки аттракционов и развлечений формировались не только в Петербурге, но и в Москве и ее окрестностях. Сохранились описания МАФ для отдыха и развлечений в усадьбе Кусково, которая создавалась как увеселительное место, с выдумками и курьезными затеями, вычурными и экзотическими сооружениями. Тупиковые аллеи заканчивались зеркалами или нарисованными перспективами-обманками. На аллеях встречались расписные деревянные фигуры нарядно одетых людей. Вдоль западного вала пролегла «аллея игр», где были устроены качели, кегельбан, карусель, «игра малия» (прообраз крокета). [18] За границами регулярного парка простирался английский парк, сделанный в 80-х годах XVIII века. «По всему английскому парку были построены в большом количестве сооружения со своеобразными названиями: «Храм любви», «Храм тишины», «Хорошим людям пристанище», «Философский домик», «Турецкая киоска», «Пещера дракона», «Львиная пещера», «Пустыня капуцинов». Все это были игрушечные по замыслу постройки с прихотливыми и сентиментальными названиями. Обстановка и убранство всех помещений павильонов, домиков, киосков, башен и других бутафорских сооружений...» располагала к отдыху в окружении природы. [6, с. 20]

Рис. 2.42 – Панорама Ходынского поля. Гравюра. 1775 год. [8]

Рис. 2.43 – Партер с амфитеатром арх. В.В. Растрелли. Летний сад. [2, с.76]

Рис. 2.44 - И. В. Садовников. Балаганы в Петербурге. 2-я половина XIX в.

Рис. 2.45 – Катание с гор на Масленицу. Гравюра XIX в. [55]

Отдых и развлечения XIX века ассоциируются со средой русских народных гуляний. По устоявшейся традиции крупнейшие народные гуляния проводились четыре раза в году: зимой – на святках и масленице, весной – на Пасху и летом – на Троицын день. Ярмарочно-площадные гуляния сопровождалась ряжением, играми, театрализованными сценками-представлениями. Территориально за ними закреплялись определенные пространства города, где сооружались МАФ для отдыха и развлечений: балаганы, катальные («гуляльные») горки (зимой – ледяные, летом – деревянные), карусели, качели, колеса (Рис. 2.44-2.45). [57]

В начале XX века в СССР возникает новый социальный тип парка – парк культуры и отдыха. «В парках должно быть развернута широкая сеть разнообразных видов развлечений, как-то: шашки, шахматы, домино, настольные игры, карусель, качели, ... американские горы, вертикальное колесо, комнаты смеха и др. аттракционы, подвижные игры и танцы». [58, с.49] В этот период времени сохраняются массовые гуляния с оформлением их по карнавальному типу. К каждому событию создается много красочных бутафорских МАФ: лошадки на больших дисках, флажки, карусели на платформах (Рис. 2.46).

Рис. 2.46 – Центральный парк культуры и отдыха им. Горького. Оформление массового карнавала. Москва, XX в. [26]

Рис. 2.47 – Аттракцион «Вертикальное колесо». XX в. [58]

Рис. 2.48 – Аттракцион «Спиральный спуск». XX в. [58]

Рис. 2.49 – Аттракцион «Карусель». XX в. [58]

Рис. 2.50 – Аттракцион «Колесо обозрения». Воронеж. Фото автора, 2018 г.

Рис. 2.51 – «Экстремальные качели» в парке. Воронеж. Фото автора, 2018 г.

Рис. 2.52 – Карусель. Воронеж. Фото автора, 2019 г.

С середины XX века карнавальные шествия уходят в прошлое. Парки наполняются МАФ для развлечений: карусели, качели, катальные горки в виде спиральных спусков, колеса обозрения (Рис. 2.47-2.49). Их конструкции предусматривают использование таких материалов как металл, дерево, а потом и пластик.

На сегодняшний день МАФ для отдыха и развлечения пользуются также высокой популярностью. Это те же аттракционы - «Колесо обозрения», но современная конструкция имеет более комфортные и просторные кабинки для посетителей, закрытые прозрачным пластиком на случай непогоды; карусели, но кабины (места) которых вращаются не только вокруг центра конструкции, но и вокруг своей оси; цепочная карусель, которая разгоняясь до высокой скорости, позволяет человеку буквально парить в воздухе под большим углом, ощущая эффект невесомости (Рис. 2.50-2.52).

К аттракционам для катания, которые были известны с прошлых веков, добавились зрелищные аттракционы (игровые автоматы, автодромы, имитационные сооружения – космический корабль, подводная лодка, диорамы-фантазии и пр.).

Дизайн МАФ для развлечения в XXI веке становится более красочный, яркий и веселый. Конструкции их направлены на создание комфорта, радостных эмоций, возникающих при преодолении опасности и риска, что вызывает большой азарт и головокружительные ощущения.

- тематические МАФ

Тематические МАФ берут свои корни и становятся продолжением информирующих архитектурных форм прошлых столетий. Эти элементы окружающей среды несут информацию по определенной теме. Их создание направлено на проведение не только культурно-просветительской, но и воспитательной работы.

Особо широкое распространение получили тематические МАФ после революции 1917 года. Идея установления малых архитектурных форм – укрепить в сознании народа коренные принципы и лозунги марксизма. В ознаменование «великого переворота» на площадях, проспектах и улицах воздвигались триумфальные арки, строились трибуны, устанавливались декоративные панно и фанерные щиты (Рис.

2.53). В композициях использовались атрибуты классического искусства: колесницы, лавровые венки, языческие жертвенники.

Рис. 2.53 - Трибуна «На крыльях науки к коммунизму». 20-е гг. XX в. [40]

Рис. 2.54 – Декоративная установка «Домна Кузнецкострой». Москва, 1931 г.

Рис. 2.55 – Декоративная установка «Интернационал». Москва, XX в. [40]

Рис. 2.56 - Объемно-пространственная конструкция. 1970-е годы. [40]

Рис. 2.57–МАФ в виде сборно-разборных конструкций. Москва. [40]

Рис. 2.58 Отдельно стоящая установка. Середина XX в. [40]

Рис. 2.59- Щитовая конструкция с флажковыми элементами. 1987 г. [40]

С начала 30-х годов XX века к городской предметной среде предъявлялись повышенные идеологические требования: она должна была воспитывать классовое чувство, побуждать к действию, создавать ощущение радости и приподнятости. В это время меняются конструкции тематических МАФ: фанерные щиты заменяются моделями машин и макетами новостроек. Все оформление городской среды пронизано пафосом индустриализации. В 1931 году в Москве на фонтане напротив «Метрополя» поставили декоративную домну Кузнецкостроя, а в сквере у Большого театра воздвигли установку в виде трех подъемных кранов, каждый из которых нес продукцию одного из заводов страны. Это были первые опыты использования образа машины в качестве малых форм (Рис. 2.54). [40]

С первого дня войны на улицах появляются щитовые конструкции тематических МАФ. Их цель – укрепить дух советского народа в разгроме фашистских захватчиков.

В послевоенные годы увеличивается разнообразие видов тематических малых форм, наряду с панно сооружаются крупномасштабные объемно-пространственные композиции. Упрощенность формы, локальность цвета, символичность образного обобщения – все это становится отличительными чертами этих МАФ. Их функция заключалась в пропаганде партийных и правительственных решений. С 60-х годов прошлого столетия начинается новая эпоха в развитии тематических МАФ. Ранее применялись громоздкие конструкции из дерева, которые монтировались на массивных металлических опорах и тяжелом фундаменте. Теперь были разработаны варианты разнообразных конструкций: установки, монтируемые на универсальном фундаменте, стоящие под собственным весом, использующие балластную нагрузку, консольные и навесные системы (Рис.2.56).

Проблема повышения идейно-художественного звучания мест установки МАФ была решена путем применения серии сборно-разборных конструкций, монтируемых на точечных опорах с модулем 1,5 х 1,5 м, позволяющих набирать композиции различных конфигураций в зависимости от их тематического наполнения. Ко всем значимым событиям жизни страны разрабатывались тематические МАФ (Рис. 2.57).

В конце XX века меняется политика страны (гласность, политический плюрализм, окончание «холодной войны» и др.), меняются и темы МАФ. В это время при сохранении старых изобразительных приемов, конструкций, материалов, появляются новые композиционные решения. Если раньше допускалось использование исключительно прямолинейных вертикальных и горизонтальных композиций (ибо это символизировало незыблемость идей) (Рис. 2.58), то теперь появились декоративные панно со сложными, наклонными композиционными решениями (Рис. 2.59).

Рис. 2.60 – Стела «Воронеж – колыбель русского флота». Воронеж.

Рис. 2.61 – Парк Авиастроителей. Воронеж. Фото автора, 2018 г. Рис. 2.62 – «Сквер ученых». Воронеж. Фото автора, 2018 г.

В начале XXI века тематические МАФ становятся более разнообразными по цветовому оформлению и могут состоять не только из щитовых, объемно-пространственных элементов, но и включать скульптуру. Их тематика не политизирована, она касается памятных дат в истории страны, города, места возведения МАФ, или предприятий и людей, внесших большой вклад в развитие экономики и культуры этих мест.

В честь создания по указу Петра I в 1696 году в городе Воронежского адмиралтейства на правом берегу водохранилища установлена объемно-пространственная композиция «Воронеж – колыбель русского флота» (Рис. 2.60).

В 1932 году в Воронеже вступил в строй авиационный завод (ныне Воронежское акционерное самолетостроительное объединение). Сегодня предприятие является одним из крупнейших авиационных предприятий России. В том же районе расположен парк Авиастроителей. Тема космоса и авиации прослеживается на всем пространстве парка (Рис. 2.61). Здесь установлено много объемно-пространственных композиций из металла, дерева и пластика, которые освещают эту тему.

Последняя из созданных тематических композиций в Воронеже – серия МАФ к 100-летию Воронежского государственного университета. Это – «Сквер ученых», открытый 14 сентября 2018 года (Рис. 2.62). В сквере разместились 5 арт-объектов, посвященные Нобелевским лауреатам, которые связаны со столицей Черноземья. Это – писатели Бунин и Шолохов, физики Павел Черенков, Николай Басов и Жорес Алферов. На объектах выбиты цитата лауреата и год, когда каждый из них был удостоен премии. Скульптуры символизируют их труды – лазер Басова, гетероструктуры Алферова и антенна Черенкова, а также бронзовые книжные полки с названиями произведений Бунина и Шолохова. Над МАФ работал воронежский скульптор Алексей Дикун.

- праздничные МАФ

В России до восшествия Петра I на престол праздничное украшательство городских улиц и площадей не практиковалось. Праздники были либо церковные, пышность которых на оформление городских пространств никак не распространялось, либо народные, имеющие языческие корни.

Петр I учредил новые, мирские праздники. Таковыми стали, в частности, торжественные вшествия, от которых и пошла традиция праздничного украшения улиц. Первая скромная декорация 1696 года сооружалась под непосредственным руководством самого царя в честь победы над Турцией и взятия крепости Азов. Тогда появилась первая конструкция – декоративная триумфальная арка, украшенная надписями и эмблемами и прислоненная к проездной арке Каменного моста. Празднование победы русского флота под Азовом ознаменовалось торжественным шествием войск через всю Москву с прохождением этой арки, положившей начало триумфальной эволюции праздничного убранства городов с использованием различных праздничных МАФ (Рис. 2.63). Строительством триумфальных праздничных сооружений занимались многие известные архитекторы-приверженцы «петровского барокко», и крупнейшие зодчие второй половины XVIII века Дмитрий Ухтомский, Василий Баженов, Матвей Казаков.

В XIX веке к аркам добавились столбы, тумбы, пирамиды, обелиски, обильно украшенные живописью, барельефами, лепниной (Рис. 2.64). Все эти архитектурные формы дополнялись военными трофеями, легионерскими стягами, эмблемами. Помимо дерева, тканей и цветов для изготовления праздничной декорации использовался натуральный камень, в том числе мрамор, а некоторые скульптурные фрагменты покрывались настоящим золотом. При этом все элементы оформления и праздничные МАФ были, как правило, соразмерны один другому, подчинены общей композиции, и прежде всего архитектуре.

Рис. 2.63 – П. Пикарт. Врата при дворе его светлости князя Меншикова (по пути торжественного шествия по случаю Полтавской победы). 1709 г. [40]

Рис. 2.64 – Украшения Москвы в дни торжеств по случаю коронации Николая II (столбы, Триумфальная арка, обелиск). 1896 г. [40]

Рис. 2.65 – Павильон у здания Дворянского собрания (празднование 300-летия царствования Романовых). Москва, 1913 г.

Рис. 2.66– Триумфальная арка к приезду Императора Николая II. Первомайский сквер. Воронеж. Фото 1914 г. [39]

Если в XVIII веке во время торжеств убранству подлежала лишь та часть города, где происходили основные церемониальные действия, то в следующем столетии город украшался уже не только по пути следования торжественных процессий. Весь город был включен в подготовку к празднику. С конца XIX века праздничные МАФ постепенно утрачивают свою грандиозную монументальность. Реже воздвигаются триумфальные арки, величественные пирамиды и обелиски. Их заменяют плоские декорации, флаги, флагштоки, увитые по спирали зеленью или гирляндами. Строится множество украшенных царскими вензелями павильонов, трибун, помостов, площадок для созерцания публикой шествий и парадов (Рис. 2.65).

В литературных источниках имеется описание сооруженных праздничных МАФ по случаю приезда царя Николая II в Воронеж в 1914 году. «В декабре 1914 года император Николай II возвращался из инспекционной поездки по Кавказу. Около вокзала был построен шатер в горностаевых мехах и с золоченым громадным двуглавым орлом, иллюминированный электрическими лампочками. Рядом с Петровским сквером установили деревянные триумфальные ворота в русском стиле с башенками (сделаны они были в одни сутки и стояли после довольно долго). Сияли бронзовые орлы на высоких шпилях...» (Рис. 2.66). [39, с. 85]

Рис. 2.67 - Установка «Факел фестиваля». И. Покровский. Москва, 1957 г.

Рис. 2.68 - Электрофонтан на Арбатской площади. Н. Латышев. 1957 г. [40]

Рис. 2.69 - Объемная конструкция «Вечный огонь». Москва, 2006 г. [40]

Рис. 2.70 - Объемно-декоративная конструкция «Цветы». Москва, 2005 г. [40]

Рис. 2.71 - Объемно-декоративная конструкция. Москва, 2005 г. [40]

После революции 1917 года республика Советов продолжала украшать улицы и парки городов, сооружая праздничные МАФ. Они становятся чрезвычайно скромными,

проще, понятнее простому народу. Это – щиты, стенды с картами и схемами-графиками, эмблемами предприятий. Только после тяжелых военных лет города начинают украшать МАФ, при сооружении которых используют более дорогостоящие материалы.

В 1957 году на время VI Всемирного фестиваля молодежи и студентов вся Москва была превращена в гигантское театральное-выставочное пространство. Эмблемой фестиваля стала декоративная установка И. Покровского «Факел фестиваля» (Рис. 2.67). Декоративные МАФ в виде объемно-пространственных конструкций и установок, трансформирующие светокинетические устройства украсили улицы и парки города (Рис. 2.68). Праздничные МАФ изготавливались из облегченных металлических конструкций, тонких оболочных покрытий из синтетических материалов, ажурных объемов и плоскостей.[40]

В последнем двадцатилетии XX века обнаруживается характерная особенность: рядом с традиционной фанерой, холстом распространение получили МАФ из реечных конструкций и новых синтетических материалов, с разнообразными фактурными покрытиями, металла и цветного пластика. Города страны в праздники украшают неоновые вывески и живописные брендмауэры.

СХХI века распространенные в советские годы крупногабаритные панно, ленточный и стяговой декор на фасадах зданий, крупногабаритные объемно-пространственные установки – все то, что придавало городскому оформлению особое монументальное звучание, подчеркивало связь декоративно-прикладного искусства с архитектурой, занимает в общем праздничном убранстве небольшое место. Если раньше декоративные конструкции можно было видеть только в виде металла, винила и мягкого стягового оформления, то сейчас активно внедряются элементы иллюминации, подсветки, происходит поиск новых технологий. Примерами могут служить комбинированные установки флагов, цветов с элементами светодиодной, программируемой подсветки (Рис. 2.69-2.71). [40]

На основании проведенных исследований можно сделать выводы:

- малые архитектурные формы (МАФ) претерпевают изменения с течением времени. Являясь элементами историко-культурной среды, они наследуют признаки, характеризующие общество в экономическом, социально-политическом и культурном развитии;
- МАФ, как объекты градостроительной среды, несут характерные черты архитектурного стиля данной эпохи. Анализ эстетических связей элементов исторической среды простирается и на стилевое единство окружающих сооружений. МАФ помогают создать атмосферу созвучную архитектуре данной исторической среды;
- новые достижения в науке и технике, разработка новых технологий, уровень развития экономики и промышленного производства в разные исторические эпохи способствовали созданию новых и совершенствованию существующих МАФ как в конструктивном решении, так и в направлении расширения использования номенклатуры строительных материалов. Это может стать определяющим при установлении времени возникновения МАФ и окружающего пространства.

В настоящей статье, ограниченной по объему, не представлялось возможным достаточно полно осветить весь огромный исторический материал по малым архитектурным формам. Избранный принцип исследования позволил проследить развитие и изменения МАФ на главных этапах эволюции отечественной архитектуры. Ввиду того, что смена архитектурных стилей происходила не одновременно по всей России, как и уровень развития экономики в разных областях России был неодинаков,

собранные данные могут послужить только фундаментом для дальнейшего изучения МАФ отдельно в каждом регионе согласно представленной их классификации. Это позволит создать каталог малых архитектурных форм (МАФ) данного региона для подбора аналогов при восстановлении в нем исторических территорий.

1. Благовидова Н.Г. Часовни в архитектурно-планировочной среде города : учебное пособие для вузов / Н.Г. Благовидова. – Москва : Архитектура – С, 2006. – 133 с.
2. Алексеево – Акатов монастырь. Четыре века истории / составитель монахиня Наталия (Чурсанова). – Воронеж : Алексеево - Акатов женский монастырь, 2016. – 88 с.
3. Сокольская О.Б. Специализированные объекты ландшафтной архитектуры: проектирование, строительство, содержание /О.Б. Сокольская. – Санкт-Петербург, Москва, Краснодар : Лань, 2015. – 707 с.
4. Ощепков Г.Д. Архитектор Томон : материалы к изучению творчества / Г.Д. Ощепков. – Москва : Издательство Академии архитектуры СССР, 1950. – 168 с.
5. Барановский Г.В. Архитектурная энциклопедия второй половины XIX века. Т. 1. Архитектура исповеданий / Г.В. Барановский. – С.-Петербург : Типография журнала «Строитель», 1902. – 500 с.
6. Архитектура СССР. 1917 – 1987 / под ред. В.И. Балдина. – Москва : Стройиздат, 1987. – 549 с.
7. Голощапов Б.Р. История физической культуры и спорта / Б.Р. Голощапов. - Москва : Издательский центр «Академия», 2009.- 320 с.
8. Зверинцев С.П. Физкультурные сооружения / С.П. Зверинцев. – Москва : Гл. ред. строит. лит., 1935. – 358 с.
9. Попов П.А. Старый Воронеж: Из истории городского быта XVIII – XX веков / П.А. Попов. – Воронеж : Центр духовного возрождения Черноземного края, 2013. – 324 с.
10. Агде Г. Проектирование детских игровых площадок / Г. Агде. – Москва : Стройиздат, 1988. – 76 с.
11. Немиро О.В. Праздничный город. Искусство оформления праздников. История и современность / О.В. Немиро. – Ленинград : Художник РСФСР, 1987. – 230 с.
12. Лунц Л.Б. Парки культуры и отдыха / Л.Б. Лунц. – Москва, Ленинград: ОНТИ : Госстройиздат, 1934. – 518 с.

РАЗДЕЛ II. БИОЛОГИЯ

Чукарина А.В.¹, Чеплянский И.Я.¹, Лобанова Е.Н.², Проказин Н.Е.² Оценка применения опытного посадочного материала сосны крымской для создания культур на песках

¹Филиал ФБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт
лесоводства и механизации лесного хозяйства» «Южно-европейская научно-
исследовательская лесная опытная станция»

²ФБУ «Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и
механизации лесного хозяйства»

¹(Россия, ст. Вешенская)

²(Россия, Пушкино)

doi: 10.18411/sr-10-08-2020-07

idsp: sciencerussia-10-08-2020-07

Аннотация

В статье отражены результаты лесокультурной оценки опытного посадочного материала сосны крымской, полученные в 2013, 2014 и 2019 годах. Опытные сеянцы были выращены с использованием внекорневой обработки крезацином, «Силиплантом» и «Супер Гумисолом».

Ключевые слова: биометрические показатели, лесные культуры, внекорневая обработка, регулятор роста, минеральное удобрение.

Abstract

The article reflects the results of the forest culture assessment of experimental planting material of Crimean pine, obtained in 2013, 2014 and 2019. Experimental seedlings were grown with the use of foliar treatment krezatsin, "Siliplant" and "Super Humicol".

Keywords: biometric indicators, forest crops, foliar treatment, growth regulator, mineral fertilizer.

В течение последних лет перед лесоводами встала проблема устойчивости искусственных сосновых молодняков к негативным факторам внешней среды. Особую значимость это приобретает при лесовосстановлении и лесоразведении на песках и песчаных землях. При этом приживаемость культур зависит от многих условий, в том числе от качества посадочного материала.

Для лесных питомников степного Придонья на протяжении 10 лет проводились исследования по совершенствованию агроприемов выращивания посадочного материала сосны обыкновенной и сосны крымской с использованием современных средств механизации. Эффективность опытной технологии была подтверждена более высокой приживаемостью и ростом культур, созданных двухлетними сеянцами улучшенного качества [1].

В продолжение этих исследований в 2012 году были испытаны водные растворы регулятора роста крезацин, минерального удобрения на основе гуминовых кислот «Супер Гумисол» и хелатного удобрения с микроэлементами «Силиплант» для внекорневой обработки сеянцев сосны крымской на втором году роста в Пигаревском лесном питомнике (Ростовская область) [2]. Результаты опытов приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Влияние препаратов на биометрические показатели и массу двухлетних сеянцев сосны крымской (Пигаревский лесной питомник, 2012)

№ п.п.	Вариант внекорневой обработки	Длина корня, см $L \pm m$	Диаметр, мм $D \pm m$	Высота сеянца, см $h \pm m$	Прирост 2-го года, см	Средняя масса одного сеянца, г		
						корней	стволов	хвои
1	Контроль – вода	35,4±1,3	3,7±0,2	11,0±0,4	7,2	0,44	0,67	2,33
2	Крезацин – 2 раза	37,5±0,9	4,3±0,2	13,0±0,3	8,7	0,63	1,07	3,77
3	Крезацин и «Супер Гумисол»	39,8±1,5	3,7±0,1	13,2±0,3	8,8	0,68	0,82	2,23
4	Крезацин и «Силиплант»	43,4±1,2	4,2±0,2	14,2±0,4	9,5	0,77	1,06	3,20
5	«Супер Гумисол» – 2 раза	41,5±0,7	4,0±0,1	13,8±0,3	8,5	0,75	0,83	2,80
6	«Силиплант» – двукратная	49,5±0,7	4,4±0,2	14,6±0,4	9,6	0,90	1,56	4,55
7	«Супер Гумисол» и «Силиплант» – 2 раза	49,4±0,7	4,4±0,1	14,9±0,4	10,3	0,87	1,52	4,93

Как видно из данных таблицы 1 наибольший средний диаметр отмечен при двукратной обработке «Силиплантом» и «Супер Гумисолом» в сочетании с «Силиплантом» – на 18,9 % выше контрольного значения. Наибольшее увеличение средней высоты наблюдается на участке применения «Силипланта» и «Супер Гумисола» (на 35,5 %) и на участке «Силипланта» (на 32,7 %). Сеянцы на этих участках также характеризуются высоким приростом по высоте, формированием надземной части и корнеобразованием.

Создание культур этим опытным посадочным материалом было проведено в 2013 году в Еланском участковом лесничестве Шолоховского лесничества, кв. 91, в. 2 (Ростовская область). Для закладки семи пробных площадей по количеству вариантов опыта была выбрана прогалина или старая гарь. После верхового пожара 1998 года, уничтожившего культуры сосны обыкновенной, и до 2013 года попыток лесовосстановления горельника не предпринималось. По материалам лесоустройства 2006 года лесокультурная площадь характеризуется следующим образом. Лесорастительные условия – очень сухой бор А0. Почвы состоят из обнаженного подпочвенного песка. Глубина залегания грунтовых вод 8-12 м.

Наблюдения за культурами проводились в 2013, 2014 и 2019 годах. Результаты учета разных лет занесены в таблицу 2.

Таблица 2.

Оценка культур, созданных с использованием опытного посадочного материала (Еланское уч. лес.-во, 92/1)

Варианты опыта	Количество деревьев		Средние	
	тыс. шт./га	приживаемость, %	высота, м $h \pm m$	диаметр, см $D \pm m$
2013 год				
Контроль – без обработки	2,30	53,3	0,048±0,009	0,26±0,02
Крезацин – двукратная	2,87	66,7	0,056±0,005	0,34±0,04
Крезацин и «Супер Гумисол»	3,16	73,3	0,059±0,007	0,28±0,03
Крезацин и «Силиплант»	3,45	80,0	0,074±0,013	0,33±0,05
«Супер Гумисол» – двукратная	2,87	66,7	0,061±0,006	0,30±0,04
«Силиплант» – двукратная	3,59	83,3	0,095±0,013	0,36±0,04

«Силиплант» и «Супер Гумисол» – двукратная	3,74	86,7	0,098±0,011	0,40±0,03
2014 год				
Контроль – без обработки	2,28	52,9	0,107±0,017	0,47±0,06
Крезацин – двукратная	1,94	45,0	0,088±0,013	0,43±0,03
Крезацин и «Супер Гумисол»	2,80	65,0	0,141±0,010	0,61±0,03
Крезацин и «Силиплант»	2,80	65,0	0,131±0,015	0,59±0,05
«Супер Гумисол» – двукратная	2,07	48,0	0,076±0,011	0,41±0,05
«Силиплант» – двукратная	3,45	80,0	0,140±0,032	0,69±0,09
«Силиплант» и «Супер Гумисол» – двукратная	3,64	84,6	0,135±0,015	0,63±0,04
2019 год				
Контроль – без обработки	2,08	50,0	0,43±0,07	1,49±0,39
Крезацин – двукратная	1,66	40,0	0,44±0,08	1,55±0,35
Крезацин и «Супер Гумисол»	2,70	65,0	0,51±0,05	2,00±0,21
Крезацин и «Силиплант»	2,70	65,0	0,61±0,06	2,32±0,46
«Супер Гумисол» – двукратная	0,83	20,0	0,48±0,30	1,63±1,18
«Силиплант» – двукратная	2,91	70,0	0,83±0,17	2,89±0,53
«Силиплант» и «Супер Гумисол» – двукратная	2,91	70,0	0,78±0,07	2,83±0,24

Согласно данным 2013 года (таблица 2) лучшей приживаемостью и таксационными показателями отличаются культуры, заложенные посадочным материалом с двукратной внекорневой обработкой «Супер Гумисолом» и «Силиплантом». Также можно выделить варианты обработки только «Силиплантом» и его сочетанием с крезацином. Культуры на этих опытных участках имеют приживаемость 80 % и выше. Они отличаются также большей средней высотой надземной части – в 1,5-2,0 раза выше контроля. Влияние регулятора роста и агрохимикатов на средний диаметр культур не имеет значительного влияния на 5 %-ном уровне значимости ($F_{\text{ф}}=1,53 < F_{05}=2,19$).

Согласно данным 2014 года (таблица 2) лучшая сохранность у культур, заложенных посадочным материалом с двукратной внекорневой обработкой «Супер Гумисолом» и «Силиплантом». Варианты обработки только «Силиплантом» и сочетание крезацина с «Супер Гумисолом» отличаются наибольшими показателями средней высоты (на 31-32 % выше контроля) и диаметра (на 30-47 % выше контроля). На этих опытных участках сохранилось соответственно 80 и 65 % культур.

Согласно данным 2019 года (таблица 2) сохранность опытных культур на четырех участках выше, чем на контроле на 15-20 %. Лучшие количественные показатели (2,91 тыс. шт./га) определены по вариантам обработки семян «Силиплантом» (двукратная) и «Силиплантом» в сочетании с «Супер Гумисолом».

Различие средних диаметров недостоверно на 5 %-ном уровне значимости ($F=2,07 < F_{05}=2,36$), наибольшее увеличение получено на участке с сеянцами, дважды обработанными «Силиплантом» – на 94,0 %. На этом же участке почти вдвое повысилась и средняя высота растений ($F=2,82 > F_{05}=2,36$). Однако дисперсия выборки по этому варианту наибольшая. При обработке же сеянцев «Силиплантом» и «Супер Гумисолом» средние показатели роста немногим меньше (диаметр выше контроля на 89,6 %; высота – на 80,3 %), а дисперсия выборки почти в 4 раза меньше.

Исследования, проведенные в разные годы, обнаружили более устойчивый положительный эффект использования посадочного материала, выращенного с применением внекорневой обработки «Силиплантом» и «Супер Гумисолом», для создания лесных культур в условиях очень сухого бора. Вариант двукратной обработки

«Силиплантом» отличается наибольшими таксационными показателями, но с сильной вариативностью значений.

1. Чукарина А.В. Совершенствование технологии выращивания посадочного материала сосны в питомниках степного Придонья (на примере Ростовской области) // Автореферат диссертации на соискание ученой степени. – Пушкино: ФБУ ВНИИЛМ, 2012. – 18 с.
2. Проказин Н.Е., Лобанова Е.Н., Пентелькина Н.В., Казаков В.И., Иваню-шева Г.И., Сахнов В.В., Чукарина А.В., Багаев С.С. Влияние биостимуляторов и микроудобрений на рост сеянцев хвойных пород // Лесохозяйственная информация. – 2013. – № 2. – С. 9-15.

Shoaib M., Ismiyev A.I., Ganbarov Kh. G., Babayeva I.

In vitro antimicrobial activity of 2,4-Diacetyl-5-hydroxy-5-methyl-3-phenyl-N-oxyethyl-1-cyclohexenylamine

*Department of Microbiology, Baku State University
(Azerbaijan, Baku)*

doi: 10.18411/sr-10-08-2020-08

idsp: sciencerussia-10-08-2020-08

Abstract

Development of antimicrobial resistance is one of the major problems in treatment and eradication of infectious diseases. Functionally substituted organic compounds are main focus of drug development studies. We report antimicrobial properties of 2,4-Diacetyl-5-hydroxy-5-methyl-3-phenyl-N-oxyethyl-1-cyclohexenylamine against four Gram-positive bacteria and four Gram-negative bacteria. Initially, agar well diffusion method was used to evaluate antimicrobial properties of test compound at three different concentrations. Subsequently, minimum inhibitory concentration (MIC) values were determined by Resazurin assay. The test compound showed moderate to strong antimicrobial properties against Gram-negative bacteria. Gram-positive bacteria were found to be resistant against the test compound. *Escherichia coli* BDU-12 was found to be most susceptible test culture with zone of inhibition 25.3 mm and MIC 125 µg/ml while *Pseudomonas aeruginosa* BDU-49 was found to be least susceptible test culture with zone of inhibition 12.3 mm and MIC 2000 µg/ml.

Keywords: Antimicrobial resistance, Drug development, MIC, Agar well diffusion, Resazurin assay

Introduction

During last two decades, development of resistance to antimicrobial drugs is a major health problem. Drug development studies are focusing synthetic organic compounds for exploring new drugs [1]. It is thought that functionally substituted cyclohexane derivatives could act as probable antimicrobial agents of the future. This is due to the fact that functionally substituted cyclohexane derivatives possess wide range of biological properties [2]. There are very few reports regarding antibacterial activity of functionally substituted cyclohexane derivatives. Here we report the *in vitro* antibacterial properties of 2,4-Diacetyl-5-hydroxy-5-methyl-3-phenyl-N-oxyethyl-1-cyclohexenylamine against four Gram-positive bacteria and four Gram-negative bacteria.

Materials and Methods

2,4-Diacetyl-5-hydroxy-5-methyl-3-phenyl-N-oxyethyl-1-cyclohexenylamine was synthesized as described by Kriven'ko *et al.*, 2003 [3]. *In vitro* antibacterial properties were determined against four Gram-negative bacteria (*Escherichia coli* BDU-12, *Klebsiella pneumoniae* BDU-44, *Acinetobacter baumannii* BDU-32 and *Pseudomonas aeruginosa* BDU-49) and four Gram-positive bacteria (*Staphylococcus aureus* BDU-23, *Bacillus Subtilis* BDU-50, *Bacillus mesentericus* BDU-51 and *Bacillus megaterium* BDU-N2). All the test cultures

were obtained from our own collection at Department of Microbiology, Baku State University Azerbaijan. Test compound was taken from Department of organic chemistry, Baku State University Azerbaijan.

Figure 1: Structure of 2,4-Diacetyl-5-hydroxy-5-methyl-3-phenyl-N-oxyethyl-1-cyclohexenylamine [3]

Initially, standard agar well diffusion method [4] was used to determine antibacterial properties of test compound at three different concentrations i.e. 0.3%, 0.1% and 0.05%. Due to its inert nature, Dimethyl sulphoxide (DMSO) was used as solvent to dissolve the test compounds. All the test cultures were grown on Mueller-Hinton agar. Briefly, 100 μ L of 24 hour fresh broth culture (0.5 McFarland) of each bacterium was aseptically spread over agar surface. Wells with diameter 8 mm were punched aseptically in the agar plate by cork borer and 150 μ L of test compound was added in each well. Agar plates were incubated at 37°C for 24 hours. After incubation, zone of inhibition was recorded carefully. All the experiments were performed thrice and DMSO was used as control. Minimum inhibitory concentration values were determined by using Resazurin microplate assay in 96 well microtitre plates [5]. For each test bacterium, density of 24 hour fresh broth culture was adjusted to 0.5 McFarland in Mueller-Hinton medium. Serial twofold dilutions of test compound in 100 μ L of Mueller-Hinton broth were prepared. 8–2000 mg/mL range of test compound was evaluated. Sterility controls and growth controls were also maintained during experiment. Titer plate was covered and incubated at 37°C for 24 hours. After incubation, 30 μ L of resazurin dye solution was poured into each well, and the plate was again incubated for 3-4 hours. A change in color of resazurin from blue to pink indicated the growth of bacteria. Lowest concentration of compound that inhibited the change in color was defined as minimum inhibitory concentration.

Results and Discussions

The antibacterial activity of 2,4-Diacetyl-5-hydroxy-5-methyl-3-phenyl-N-oxyethyl-1-cyclohexenylamine was evaluated against four Gram-negative bacteria and four Gram-positive bacteria. Test compound demonstrated variable antimicrobial properties against different kinds of bacteria. Antimicrobial profile of test compound is shown in table 1. It is evident that test compound was more active against Gram-negative bacteria as compared to Gram-positive bacteria. Our findings are concurrent with [6], who showed that monocyclic and spirocyclic cyclohexane derivatives were more active against Gram-negative bacteria as compared to Gram-positive bacteria. The findings of [7] contradict our results, which is due to difference in structure of the test compound. All the Gram-positive bacteria were found to be resistant against the test derivative.

Results of agar well diffusion method demonstrated that *Escherichia coli* BDU-12 was most sensitive test culture with average diameter of zone of inhibition 25.3 mm at 0.3% concentration of test compound. Test compound inhibited the growth of *Escherichia coli* BDU-12 at 0.1% and 0.05% concentration. None of other test culture was found to be susceptible at 0.05% concentration. Test compound exhibited moderate antimicrobial

properties against *Klebsiella pneumoniae* BDU-44, *Acinetobacter baumannii* BDU-32 and *Pseudomonas aeruginosa* BDU-49.

Table 1.

Antibacterial profile of test compound

Test Culture	Average diameter of zone of inhibition (mm)				MIC ($\mu\text{g/mL}$)
	0.3%	0.1%	0.05%	DMSO	
<i>Escherichia coli</i>	25.3 ± 0.3	18 ± 0.0	12.7 ± 0.3	-	125
<i>Klebsiella pneumoniae</i>	17 ± 0.0	-	-	-	1000
<i>Acinetobacter baumannii</i>	19.7 ± 0.1	-	-	-	500
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	12.3 ± 0.4	-	-	-	2000
<i>Staphylococcus aureus</i>	-	-	-	-	NE
<i>Bacillus Subtilis</i>	-	-	-	-	NE
<i>Bacillus megaterium</i>	-	-	-	-	NE
<i>Bacillus mesentericus</i>	-	-	-	-	NE

Note: (-): inactivity, (NE): not evaluated

Results of agar well diffusion method were validated by *Resazurin microplate assay* in 96 well microtitre plates. Minimum inhibitory concentration values of test compounds showed that *Escherichia coli* BDU-12 was most susceptible test culture with MIC value of $125\mu\text{g/mL}$. MIC value for *Acinetobacter baumannii* BDU-32 was found to be $500\mu\text{g/mL}$. *Resazurin assay* showed that compound showed antimicrobial properties against *Pseudomonas aeruginosa* BDU-49 at concentration of $2000\mu\text{g/mL}$. It is concluded that test compound has substantial antimicrobial profile against Gram-negative bacteria. Therefore, effect of test compound on growth curve of test cultures and time kill kinetics should be determined.

1. Shoaib M, Israyilova AA, Ganbarov K (2019) Cyclohexane and its functionally substituted derivatives: important class of organic compounds with potential antimicrobial activities. JMBFS 9(1), pp. 84-87.
2. Arif Ismiyev, Muhammad Shoaib, Khudaverdi Ganbarov, Nigar Agayeva. Synthesis and antimicrobial activity of novel toluenesulfonyl derivatives of pyrazoles annelated with a polyfunctional cyclohexane ring. Advances in Biology & Earth Sciences Vol.4, No.2, 2019, pp.88-92
3. Kriven'ko A.P., Kozlova E.A., A.V. Grigor'ev, Sorokin V.V. Regio selective etha-nolamination and ketalization of 3-Ph-2,4-diacetyl(diethoxycarbonyl)-5-hydroxy methylcyclohexanones//Molecules, 2003, v.8, No2, p.251-255
4. Balouiri, M., Sadiki, M. and Ibnsouda, S.K. Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review// J. Pharm. Analys., 2016, Vol. 6, pp. 71–79.
5. Israyilova, A., et al., Biochemical characterization of glutamate racemase—a new candidate drug target against Burkholderia cenocepacia infections. PloS one, 2016. 11(11).
6. Shoaib M., Ismiyev A., Ganbarov K., Israyilova A. and Umar S. Antimicrobial Activity of Novel Functionally Substituted Monocyclic and Spirocyclic Cyclohexane Derivatives // Pakistan J. Zool., 2020, Vol. 52(1), pp 413-416
7. Urzúa, A., Echeverría, J., Rezende, M.C. and Wilkens, M., 2008. Molecules, 13: 2385-2393. <https://doi.org/10.3390/molecules13102385>

РАЗДЕЛ III. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Бояршинов А.Л.^{1,2}, Сергучева А.П.¹

Материальный ущерб при ДТП в структуре страхования

¹Северо-Восточный федеральный университет им. М.К. Аммосова

²ФИЦ «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»
(ЯНЦ СО РАН)
(Россия, Якутск)

doi: 10.18411/sr-10-08-2020-09

idsp: sciencerussia-10-08-2020-09

Аннотация

Цель исследования: определения размера ущерба, возмещаемого причинителем вреда, осуществляется в соответствии с методикой, которая в свою очередь предусматривает расчет причиненного ущерба с учетом износа деталей и запчастей. Сравнение численности автопарка, прироста числа договоров ОСАГО и ДТП. Анализ страховых выплат и премии по ОСАГО. Порядок возмещения ущерба при ДТП.

Ключевые слова: Дорожно-транспортное происшествие, Материальный ущерб, Возмещение ущерба, ОСАГО.

Обязательное страхование гражданской ответственности владельцев транспортных средств (сокр. ОСАГО — обязательное страхование автогражданской ответственности) — вид страхования ответственности, возникший в США в 1920-х годах и получивший очень широкое распространение в 1940—1950-х годах в Европе (а позже — и в остальном мире), при котором объектом страхования являются имущественные интересы, связанные с риском гражданской ответственности владельца транспортного средства по обязательствам, возникающим вследствие причинения вреда жизни, здоровью или имуществу потерпевших при использовании транспортного средства. ОСАГО вводилось во всех странах как социальная мера, направленная на создание финансовых гарантий возмещения ущерба, причинённого владельцами транспортных средств и как финансовый инструмент повышения безопасности дорожного движения.

Дорожно-транспортное происшествие — событие, возникшее в процессе движения по дороге транспортного средства и с его участием, при котором погибли или пострадали люди или повреждены транспортные средства, сооружения, грузы, либо причинён иной материальный ущерб.

По состоянию на 1 января 2019 года парк автомобильной техники на территории Российской Федерации составил 51,8 млн единиц.

84% от этого количества приходится на легковые автомобили, что соответствует 43,5 млн экземпляров. Парк легкой коммерческой техники составляет чуть более 4,1 млн машин, что практически соответствует доле в 8%. Грузовых автомобилей в стране зарегистрировано порядка 3,8 млн единиц (доля — более 7%). Около 1% российского парка занимают автобусы, которых в России насчитывается немногим более 0,4 млн единиц. [2]

В 2017 году по отношению к 2016 году резко возросла общая численность транспортных средств, достигшая к концу 2017 года значения в 59,8 млн.

В 2018 год традиционно показал прирост числа транспортных средств (0,8 млн), но при этом темп прироста снизился и составил 1,3 % (против 4,7 % в 2017 году)

По состоянию на 1 января 2019 года парк автомобильной техники на территории Российской Федерации составил 51,8 млн единиц. 84% от этого количества приходится на легковые автомобили, что соответствует 43,5 млн экземпляров. Парк легкой

коммерческой техники составляет чуть более 4,1 млн машин, что практически соответствует доле в 8%. Грузовых автомобилей в стране зарегистрировано порядка 3,8 млн единиц (доля – более 7%).

В 2018 году структура автопарка не претерпела существенных изменений. Доля легковых автомобилей увеличилась с 82,95 до 83,06 %, доля грузовых автомобилей уменьшилась с 11,38 до 11,37 %, доля мототранспорта – с 4,08 до 4,06 %, доля автобусов – с 1,58 до 1,51 %. Следует сказать, что если сегментация транспортных средств в общей структуре осталась на уровне предыдущего года, то в абсолютных единицах просматриваются значительные изменения в части автобусов: уменьшение с 895 млн до 864 млн (-3,5 %).

В 2018 году число заключенных договоров ОСАГО увеличилось и составило 39,98 млн, что на 2 % больше, чем в 2017 году.

Прирост и соотношение численности автопарка и числа договоров ОСАГО с 2015 по 2018 годы отражены на рисунках 1 и 2.

Рис. 1. Сравнение численности автопарка и числа заключенных договоров ОСАГО

Рис. 2. Сравнение прироста числа договоров ОСАГО и числа транспортных средств

Число пострадавших, жизни или здоровью которых был причинен вред в ДТП, уменьшилось с 234,5 тыс. в 2017 году до 233,1 тыс. в 2018 году – на 0,6 % (число раненых – на 0,2 %, число погибших в ДТП – на 4,6 %) рис. 3.

Рис. 3. Сравнение прироста числа ДТП и заявленных страховых случаев

Увеличения лимита выплат за вред жизни и здоровью в ОСАГО предлагается законодателями не первый раз. В сентябре 2018 г. замминистра финансов Алексей Моисеев говорил, что выплата по ОСАГО в размере 500 000 руб. несправедлива – в других обязательных видах страхования (страховании гражданской ответственности перевозчиков и владельцев опасных производственных объектов) максимальная компенсация за вред жизни и здоровью – 2 млн руб.[1]

«Выравнивание страховых сумм по ОСАГО и другим видам обязательного страхования справедливо», – согласен представитель ЦБ.

Страховщики эту инициативу пока не поддерживают. Если поправки будут приняты, в тех регионах, где компании сейчас продают полисы ОСАГО не по верхней границе тарифного коридора (с 9 января ЦБ расширил его до 2746–4942 руб.), поднимут ставки до максимума, передал «Ведомостям» исполнительный директор Российского союза автостраховщиков (РСА). После увеличения лимитов до 2 млн руб. средний тариф ОСАГО вырастет примерно на 10–11% – на столько же и средняя выплата, прогнозирует представитель РСА. «Средняя премия по России вырастет с 5500 до 6000–6100 руб.». Средняя выплата по ОСАГО в 2018 г., по данным РСА, сократилась на 11% в сравнении с 2017 г. и составила 67 063 руб. рис.4. [4]

Число пострадавших, жизни или здоровью которых был причинен вред в ДТП, уменьшилось с 234,5 тыс. в 2017 году до 233,1 тыс. в 2018 году – на 0,6 % (число раненых – на 0,2 %, число погибших в ДТП – на 4,6 %). [3]

Рис. 4. Страховые премии и выплаты по ОСАГО в 2015–2018 годах

Количество страховщиков с коэффициентом выплат более 77% увеличивается: в 2017 году их было 16, в 2018 году – 17, в 2019 году – 22 (+одна компания выплат не производила). У 17 компаний выплаты превышают премии (в 2018 году таких компаний было только 4). Средняя выплата составила в 2019 году 64 тыс. рублей против 59 тыс. рублей в 2018 году.

Количество регионов в «красной зоне» также увеличилось. В 25 регионах коэффициент выплат превышает 77%, в том числе в 10 - 100% (в 2018 году таких субъектов было 22 и 8).

По итогам 2019 года по крайней мере 5 компаний находятся в зоне риска по финансовой устойчивости. Факторами риска являются отрицательный результат от операций по этому виду в сочетании с долей ОСАГО в портфеле более 50%.

Рейтинг поможет узнать какие страховщики наиболее активно работают в регионе Якутии в автостраховании (ОСАГО) и в других видах страхования, также рейтинг актуален и для страховых компаний Якутск табл. 1.

Таблица 1

Страховые компании Якутии, рейтинг присутствия в регионе

Страховая компания	Сборы тыс.руб.	Доля рынка	Уровень выплат, %
СТЕРХ	439 091	37,78	44,48
РОСГОССТРАХ	252 471	21,72	77,34
НГС-РОСЭНЕРГО	231 239	19,89	41,27
ВСК	98 614	8,48	88,21
ИНГОССТРАХ	56493	4,86	59,08

Порядок возмещения ущерба при ДТП устанавливает обязанность пострадавшего водителя предоставить для осмотра или проведения экспертизы поврежденное транспортное средство. Осмотр или экспертиза должны быть проведены в течение 5 дней с момента подачи заявления. При возникновении спорных случаев у пострадавшей стороны есть право нанять независимых экспертов. Для возмещения ущерба при ДТП по ОСАГО должны быть соблюдены следующие условия:

- виновник ДТП установлен однозначно;
- при аварии пострадали только транспортные средства;
- все участники ДТП имеют полисы ОСАГО.[3]

На сегодняшний день максимальная выплата по общим случаям составляет 120 000 рублей. Если сумма ущерба выше, происходит возмещение ущерба через суд или в досудебном порядке. Взыскание ущерба с виновника ДТП происходит в следующих случаях:

- нанесен вред здоровью граждан;
- сумма ущерба превышает страховые выплаты;
- виновник аварии не имеет полиса ОСАГО.

Порядок возмещения ущерба при ДТП предусматривает возможность возмещения ущерба через суд.

РСА ежегодно проводит актуарные исследования страховых тарифов по обязательному страхованию гражданской ответственности владельцев транспортных средств, в том числе осуществляет мониторинг полученных оценок страхового тарифа. В 2018 году Комитетом РСА по тарифам, статистике и резервам была проведена работа по организации следующих исследований:

- Исследование действующих тарифов по ОСАГО на их соответствие складывающейся убыточности данного вида страхования для транспортных средств категории «В» и «ВЕ», используемых в качестве такси, на основании первичных данных по договорам и убыткам по ОСАГО членов РСА;

- Исследование по проведению мониторинга тарифов по ОСАГО на основании данных, содержащихся в подсистемах Договоры и КБМ АИС ОСАГО по итогам I, III и IV кварталов 2018 года;
- Исследование действующих тарифов по ОСАГО на их соответствие складывающейся убыточности данного вида страхования на основании данных по договорам и убыткам, содержащихся в подсистемах Договоры и КБМ АИС ОСАГО за период с 1 января 2015 года по 30 июня 2018 года;
- Исследование влияния на страховые тарифы по ОСАГО изменений правил учета износа комплектующих изделий транспортного средства, используемых при определении величины ущерба при ДТП. [5]

Экспертный рейтинг страховых компаний (или рейтинг надёжности страховых компаний) составляется на основе данных авторитетного рейтингового агентства «Эксперт РА». При определении рейтинга оцениваются финансовые показатели страховщиков.

Высокая оценка (А или выше) – это признание надёжности компании со стороны экспертного сообщества.

Анализ российского страхового рынка по ОСАГО показывает, что лидерами по данному виду страхования являются такие компании, как: ПАО «Росгосстрах»; СПАО «РЕСО-Гарантия»; САО «ВСК»; СПАО «Ингосстрах»; ОАО «АльфаСтрахование». При этом, организации-лидеры имеют исключительно высокий уровень надёжности. Рост рынка страховых услуг в 2015 году связан с ростом сборов по ОСАГО, ростом премий по страхованию жизни и имуществу физических лиц. При этом наибольшее падение сборов премий в 2015 году наблюдалось по КАСКО, страхованию от несчастных случаев и болезней, а также страхованию имущества юридических лиц. [5]

Проведенное исследование позволило нам обозначить основные причины кризисных явлений в области страхования автогражданской ответственности: неизменность страховых тарифов на протяжении длительного времени; страховое мошенничество; недобросовестные страховщики; рост количества страховых случаев; уклонение от обязательств по страхованию; кризисные влияния на экономику России.

Возмещения ущерба при ДТП показывает, что таких ситуаций, когда выплату денежных средств необходимо требовать с виновника аварии, достаточно много, рассмотрим самые распространенные из них:

- Сумма материального ущерба с учетом износа превышает лимит страховой компании. Например, стоимость восстановления транспортного средства составляет 500 000 руб., а лимит страховой компании составляет – 400 000 руб., в этом случае разницу можно взыскать с виновника ДТП.
- Данные о страховом полисе виновника не известны/виновник аварии не имеет страхового полиса (его полное отсутствие, окончание до момента аварии), равно как и наличие недействительного («липового»). Потерпевший имеет право требовать возмещения ущерба с виновной стороны.
- Ущерб транспортному средству был причинен не во время движения. Например, при неосторожном открытии двери автомобиля на стоянке один водитель поцарапал транспортное средство другого. Это не является страховым случаем, следовательно, ОСАГО не возмещает страхователю убытки. Материальный ущерб будет возмещать виновник происшествия.
- Виновником возмещается вред, причиненный жизни и здоровью, если сумма ущерба превышает лимит страховой организации.

— По ОСАГО не возмещается моральный вред, следовательно, компенсацию морального вреда следует взыскивать с виновника ДТП в судебном порядке. [6]

В соответствии со ст. 8 Закона об ОСОП страховые суммы по тем же рискам в отношении пассажиров составляют: в части возмещения вреда, причиненного жизни, – не менее 2 млн 25 тыс. руб.; в части возмещения вреда, причиненного здоровью, – не менее 2 млн 25 тыс. руб., в части возмещения вреда, причиненного имуществу, – не менее 23 тыс. руб. на пассажира. РСА были сформулированы и направлены в государственные органы предложения к указанному законопроекту. Суть принципиальных предложений заключается в том, что договор ОСАГО, в соответствии с которым размер страховой суммы составляет 1 млн руб. или 2 млн руб., либо если срок действия договора превышает один год, не является публичным и страхователь вправе заключить такой договор только с согласия страховщика.

При этом договор ОСАГО, размер страховой суммы по которому составляет 400 тыс. руб. в части возмещения вреда имуществу потерпевших и 500 тыс. руб. в части возмещения вреда жизни или здоровью потерпевших, а также договор ОСАГО, срок действия которого не превышает один год, является публичным, и страховщик не вправе отказать в заключении такого договора ОСАГО. [5]

В современном мире автомобиль превратился из роскоши в средство массового передвижения, и теперь ни один, даже самый осторожный и законопослушный человек, не застрахован от того, что ему, возможно, рано или поздно придется стать участником дорожно-транспортного происшествия, сокращённо – ДТП. Необходимое условие дорожно-транспортного происшествия – это причинение материального вреда какому-либо имуществу или вреда здоровью людей, а также их гибель. Именно возмещению материального ущерба (вреда) причинённого имуществу при ДТП и посвящается данная работа.

1. Годовой отчет РСА 2018 год [Электронный ресурс] https://autoins.ru/upload/reports/RAMI_Annual_2018.pdf
2. Автостат [Электронный ресурс] <https://www.autostat.ru/news/37917/>
3. Национальное Рейтинговое Агентство (Страховой рынок России 2019 [Электронный ресурс] https://www.ranational.ru/sites/default/files/Insurance_Russia_2019_Report_26032020_0.pdf
4. Электронное периодическое издание «Ведомости» (Vedomosti) <https://www.vedomosti.ru/finance/articles/2019/01/29/792745-viplati-osago>
5. Транспортное право. 2010. N 4. 6. Как возмещается ущерб, если виновник ДТП не вписан в полис ОСАГО?
6. «Безопасный город». [Электронный ресурс] <https://pravovedus.ru/practical-law/auto/vozmeshhenie-usshherba-pri-dtp-vinovnikom/>

Ку Дык Тоан, Фам Минь Туен, Во Тхе Хай

Модели проектирования оптимальных беспроводных локальных сетей

*Казанский национальный исследовательский технологический университет
(Россия, Казань)*

doi: 10.18411/sr-10-08-2020-10

idsp: sciencerussia-10-08-2020-10

Аннотация

В этой статье были представлены модели, которые можно использовать для эффективного планирования и оптимизации беспроводных локальных сетей на основе стандарта IEEE 802.11 и работы в режиме инфраструктуры. Модели решают две проблемы проектирования: оптимизацию местоположений точек доступа и оптимизацию назначения каналов.

Ключевые слова: Беспроводная локальная сеть, чистая пропускная способность, оптимизация, точка доступа, порога обслуживания

Abstract

This article presented models that you can use to effectively plan and optimize wireless local area networks based on the IEEE 802.11 standard and operate in infrastructure mode. Models solve two design problems: optimizing access point locations and optimizing channel assignments.

Keywords: Wireless Local Area Network, net bandwidth, optimization, access point, service threshold.

Выбор местоположений точки доступа составляет первый шаг в процессе развёртывания беспроводных локальных сетей WLAN (wireless Local Area Network) [1], и он должен быть сделан таким образом, чтобы спроектированная WLAN могла обеспечить полное покрытие предполагаемой области. Проект топологии WLAN обычно основан на измерениях уровня сигнала и рассмотрении вопросов распространения радиоволн. Это, однако, может быть сложной задачей, особенно когда WLAN планируется на нескольких этажах, и, следовательно [2], точка доступа, расположенная на одном этаже здания, может обеспечивать покрытие сигнала для смежных этажей того же здания или другого здания.

Принимая во внимание фиксированное количество оборудования AP и набор доступных каналов, мы стремимся найти эффективный дизайн беспроводной локальной сети с точки зрения степени перекрытия каналов и ожидаемой чистой пропускной способности пользователя в зоне беспроводного обслуживания.

A' – множество возможных местоположений кандидата AP; M – максимальное количество точек доступа; точка доступа a передаёт от определённого дискретного множества L и использует канал из набора доступных каналов C ; $\mathcal{R}_{al}^{cs}$ – диапазон обслуживания AP a , где l – мощность передачи a , и определяется порогом обслуживания γ^{srv} , CS – диапазон контроля носителя; D – множества возможных расстояний канала; TPs – контрольные точки покрытия, J – множество TPs ; $\{g_{aj}, j \in J\}$ – множество значений усиления мощности, $\phi(l, g_{aj})$ – чистая пропускная способность в $TP j$.

Математически два диапазона сигналов AP a , передающих на уровне мощности l , определяются следующим образом,

— диапазон обслуживания: $\mathcal{R}_{al}^{srv} = \{j \in J : l \cdot g_{aj} \geq \gamma^{srv}\}$,

— диапазон CS : $\mathcal{R}_{al}^{cs} = \{j \in J : l \cdot g_{aj} \geq \gamma^{cs}\}$.

Для оптимизации перекрытие вычисляется для каждой пары APs и оценивается в количестве TPs . Перекрытие двух AP, a и b , определяется следующим образом:

$$v_{ab} = |\{j \in \mathcal{R}_{al}^{cs} \cap \mathcal{R}_{bl}^{cs} : \max \{L \cdot g_{aj}, L \cdot g_{bj}\} \geq \gamma^{srv} + \delta\}|. \quad (1)$$

В решении задач размещения точек доступа (APs) представлены две модели. Обе модели используются для выбора местоположения AP. Согласно первой модели (обозначаемой W1-NAP) количество установленных APs должно быть минимизировано с учётом ограничения покрытия. Во второй модели средняя чистая пропускная способность пользователя должна быть максимизирована таким образом, чтобы число установленных APs не превышало M . Поскольку здесь не учитывается конфликт или помехи в двух моделях, предполагается максимальная мощность передачи AP.

Минимальное количество установленных точек доступа. С точки зрения оптимизации, задачи с чистым покрытием рассматриваются как задачи покрытия

множеств. Хотя известно, что задачи покрытия множеств являются NP-трудными, модели такого типа могут быть эффективно решены для очень больших случаев с использованием методов целочисленного программирования [3].

Для математической постановки задачи используется следующий набор переменных.

$$z_a = \begin{cases} 1 & \text{если } AP \text{ установлена,} \\ 0 & \text{иначе.} \end{cases}$$

Формулировка задачи заключается в следующем.

$$[W1-NAP] \sum_{a \in A'} z_a \rightarrow \min \quad (2a)$$

так, что

$$\sum_{a \in A'; j \in \mathcal{R}_{aL}^{srv}} z_a \geq 1 \quad j \in J \quad (2b)$$

$$z_a \in \{0, 1\} \quad a \in A' \quad (2c)$$

В W1-NAP целью (2a) является количество установленных APs. Ограничения (2b) обеспечивают полный охват зоны обслуживания, то есть каждая ТР покрывается достаточно сильным сигналом, по крайней мере, от одной AP, а (2c) являются ограничениями целостности.

Максимальная чистая пропускная способность. Эту проблему можно рассматривать как проблему максимального местоположения k -объекта, где должно быть установлено не более k объектов таким образом, чтобы общая прибыль была максимизирована. Чтобы сформулировать проблему, в дополнение к z -переменным, используемым в модели W1-NAP, введем еще один набор переменных, определенных следующим образом [3].

$$x_{aj} = \begin{cases} 1 & \text{если ТР обслуживается AP } a, \\ 0 & \text{иначе.} \end{cases}$$

Полная модель максимальной пропускной способности сформулирована таким образом.

$$[W1-NT] \quad \frac{1}{|\mathcal{J}|} \cdot \sum_{a \in A'} \sum_{j \in \mathcal{R}_{aL}^{srv}} \phi(L, g_{aj}) x_{aj} \rightarrow \max \quad (3a)$$

так, что

$$x_{aj} \leq z_a \quad \forall a \in A', j \in \mathcal{R}_{aL}^{srv} \quad (3b)$$

$$\sum_{a \in A'; j \in \mathcal{R}_{aL}^{srv}} x_{aj} \leq 1 \quad \forall j \in J \quad (3c)$$

$$\sum_{a \in A'} z_a = M \quad (3d)$$

$$z_a \in \{0, 1\} \quad \forall a \in A' \quad (3e)$$

$$x_{aj} \in \{0, 1\} \quad \forall a \in A', j \in \mathcal{R}_{aL}^{srv} \quad (3f)$$

В W1-NT целевая функция (3a) измеряет среднюю чистую пропускную способность на ТР. Ограничения (3b) гарантируют, что ТР не может быть обслужен не установленной точкой доступа. Согласно ограничениям (3c), ТР может обслуживаться не более чем одной AP. Точно M точки доступа должен быть установлен по ограничению (3d). Ограничения (3e) и (3f) являются ограничениями целостности.

После [4] определения местоположения точки доступа следующим естественным шагом для планировщика сети является настройка сети. Назначение канала является одной из основных задач на этом этапе. В многоуровневом сценарии минимизация помех в соседнем канале становится такой же важной, как и уменьшение

перекрытия в совмещённом канале. В статье представляется модель назначения каналов, которая затрагивает оба аспекта и может использоваться для любого множества каналов, который также может варьироваться в зависимости от точки доступа.

Минимальное взвешенное перекрытие каналов – полная модель, обозначаемая W1-WCO, сформулирована следующим образом.

$$[W1-WCO] \sum_{(a,b) \in A^2} \sum_{d \in D} v_{ab} F(d) w_{ab}^d \rightarrow \min \quad (4a)$$

так, что

$$\sum_{c \in C} f_a^c = 1 \quad \forall a \in A \quad (4b)$$

Минимальное перекрытие каналов. Полная формулировка представлена следующим образом:

$$[W1-CO] \sum_{(a,b) \in A^2} v_{ab} w_{ab} \rightarrow \min \quad (4a)$$

так, что

$$\sum_{\{a,b\} \subset Q: (a,b) \in A^2} w_{ab} \geq 1 \quad \forall Q \subseteq A, |Q| = 4 \quad (4b)$$

Задача (4a) минимизирует область перекрытия APs, работающих на том же канале. Как и в W1-WCO, метрики перекрытия v_{ab} определяются (1).

Объединяя модели W1-NT и W1-WCO, интегрированная модель (обозначаемая W1-NTWCO) максимизирует чистую пропускную способность пользователя путём определения местоположения точек доступа и оптимизирует назначение каналов, сводя к минимуму сумму штрафов от назначения одинаковых или соседних каналов для точек доступа с перекрывающимися диапазонами несущих.

Комплексная формулировка задачи получила следующий вид.

$$[W1-NTWCO] (1 - \alpha) K \sum_{a \in A'} \sum_{j \in \mathcal{R}_{aL}^{rv}} \phi(L, g_{aj}) x_{aj} - \alpha \sum_{(a,b) \in A'^2} \sum_{d \in D} v_{ab} F(d) w_{ab}^d \rightarrow \max.$$

Подобно W1-NTWCO, две модели связаны в новой целевой функции и в одном типе ограничений. Например, ограничения (4b) изменяются на

$$\sum_{\{a,b\} \subset Q: (a,b) \in A^2} w_{ab} \geq \sum_{a \in Q} z_a - 3 \quad \forall Q \subseteq A', |Q| = 4.$$

С полученными моделями оптимизации проектирования беспроводной сети были проведены численные эксперименты. В исследованиях пропускной способности беспроводной сети IEEE 802.11g, работающей в полосе частот 2,4 ГГц, исследуемая сеть представляет собой WLAN, развернутую в учебном корпусе. На рисунке 1 показана измеренная чистая пропускная способность и номинальная битовая скорость IEEE 802.11g в зависимости от уровня принимаемого сигнала.

Кроме того, методом наименьших квадратов, были определены уравнения регрессии, адекватные для множества измеренных значений пропускной способности. Сглаживающая кривая представлена следующим полиномом третьей степени,

$$\phi(\rho) = 0,0001 \cdot \rho^3 + 0,0069 \cdot \rho^2 + 0,1586 \cdot \rho + 20,9542, \quad (5)$$

где $\phi(\rho)$ – чистая пропускная способность пользователя в DL (в Мбит/с) как функция мощности принятого сигнала ρ (в дБм). Следует учитывать, что соотношение между $\phi(\rho)$ и параметром чистой пользовательской пропускной способности, используемым в моделях W1-NT и W1-NTWCO, является следующим:

$$\phi(\rho)(L, g_{aj}) = \phi(10 \log_{10} (L \cdot g_{aj}) + 30). \quad (6)$$

Рис. 1 – Номинальная скорость передачи и чистая пропускная способность в зависимости от мощности принимаемого сигнала.

Все численные эксперименты проводились на стандартном ПК (процессор Intel® Core™ i5-4210U 2,4 ГГц, 4 ГБ ОЗУ). В первой части исследований было определено минимальное количество точек доступа, необходимых для обеспечения полного покрытия в зависимости от требуемого минимального уровня принимаемого сигнала. Далее проводилось сравнение решений, полученных с помощью двухэтапного подхода к планированию сети, с решением, полученным совместной оптимизацией местоположений точек доступа и назначением каналов. Кроме того были проведены эксперименты с различными значениями параметра компромисса α в комбинированной модели и изучаем их влияние на решения.

Рис. 2 – Распределение конфликтов в эталонном сценарии и два двухэтапных решения.

Для [5] правильного сравнения с эталонным сценарием затем была решена задача назначения каналов для четырех каналов, используемых в эталонном сценарии для той же точки доступа, найденные W1-NT. Средняя вероятность конфликта улучшается на 11% по сравнению с эталонным сценарием (0,16 против 0,18). На рисунке 2 показаны кумулятивные распределения вероятности конфликтов в эталонном сценарии, трёхканальном решении и четырёхканальном решении.

Выводы

Аналогичные имитационные эксперименты были поставлены на моделях совместной оптимизации местоположений точек доступа и назначения каналов, а также был проведён анализ оптимизированных проектов сетей с акцентом на то, как параметр компромисса влияет на распределение APs по области и назначение каналов в оптимальном решении. Численные эксперименты показали, что традиционный последовательный процесс принятия решения, сначала определяющий позиции AP, а затем назначающий каналы, может быть лучше, чем совместная оптимизация.

1. Ку Дык Тоан, Нуриев Н. К., Печеный Е. А., До Шон Ха, Нгуен Нгок Куинь. Математическое и имитационное моделирование эффективного администрирования широкополосных беспроводных сетей // Современные наукоемкие технологии. – 2019, 6, 77–82.
2. Cu Duc Toan, Viktoriya V. Ling, Olga V. Ledneva, Sergey A. Kochkin, Gulnara A. Saparbekova. Mathematical Models for Wireless Access Networks // International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT), Volume 8, Issue 5, 2383 – 2387, June. 2019.
3. Ку Дык Тоан, До Шон Ха, Н. К. Нуриев, Е. А. Печеный. Модели оптимизации местоположений точек доступа и назначение каналов в проектировании сети WLAN // Вестник технологического университета. – 2019. Т.22, № 8. С. 168 – 174.
4. Ку Дык Тоан, Нгуен Нгок Куинь. Разработка математической модели и программного модуля для организации беспроводного доступа в интернет // Вестник технологического университета. – 2018. Т. 21, № 1, С. 127–132.
5. Ахметшин Д.А., Ку Дык Тоан, Нуриев Н.К., Печеный Е.А. Постановка математической задачи организации бесшовной беспроводной сети по технологии wifi с фильтрацией контента // Современные наукоемкие технологии. – 2019, 11, 15–23.

РАЗДЕЛ IV. ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Маслов Л.И., Кирпичникова И.М.

Электрическая Вселенная

*Общественная Академия естественных и гуманитарных наук
(Россия, Москва)*

doi: 10.18411/sr-10-08-2020-11

idsp: sciencerussia-10-08-2020-11

Аннотация

В статье проводится аналогия электрической природы всех объектов вселенной, установлены признаки подобия на основе тора. Показано, что законы физического мира и каноны Вселенной одинаковы, они действуют на микро-, макро- и мегауровне: от клетки живого организма до планет солнечной системы.

Ключевые слова: электричество, Вселенная, планеты, солнечная система, клетка.

Мир, в котором мы живем, уникален и неповторим. Звёздное небо, манящее нас своими просторами и необъяснимой вечностью, тем не менее, многим поколениям людей так и не отрыло великую тайну своего и человеческого происхождения.

Однако если внимательно рассматривать некоторые объекты нашего мира, а также видимые нами объекты Вселенной, то становится очевидным наличие многих общих признаков. В данной статье мы попытались предложить принципиальное энергетическое подобие или аналогию между электромеханикой современной науки и техники от микроскопических до мегаобъектов живой природы или Вселенной.

В настоящее время в научных кругах всё большее признание получает концепция о размытости границ между живой и неживой природой, так как многообразие форм самоорганизации материи содержит относительно устойчивые образования, которые трудно отнести только к живой или только к неживой материи.

Важнейшим вопросом для человечества являются вопросы энергообеспечения и ориентиром или подражанием для выстраивания собственной парадигмы развития, безусловно может служить Вселенная, с её строгим порядком на всех возможных уровнях.

Фактически Вселенная, частью которой мы являемся, демонстрирует нам «вечный двигатель», в котором все виды энергии и возможность передачи информации в реальном масштабе времени обеспечивают бесконечность великого космоса, и нас, как его частиц.

Можно предположить, что если наша планета и человечество являются частью единого целого (космического пространства), то тогда наше существование должно соответствовать единым канонам мироздания. Продолжая эту мысль, можно сказать, что системные каноны космоса являются едиными для объектов живой или неживой природы, а значит, для любого пространства энергии и информации.

Мы предполагаем, что в космическом пространстве существует процесс сжатия и высвобождения энергии и информации, обеспечивающий переход космической системы любого масштаба в гармоничное и целесообразное состояние.

Форма Вселенной в виде тора Мебиуса давно обсуждается в научных кругах, и мы также предлагаем рассматривать Вселенную именно в виде тора, поскольку рассматриваемый нами (нашими экспериментами) процесс сжатия информации показывает наличие двух параллельных взаимодействующих процессов эволюции с преобразованием и высвобождением энергии и информации.

Интересно, что в ещё в 1870 году появилась первая электрическая машина Пачинотти-Грамма [1], назначение которой – вырабатывать электрический ток для работы механизмов и приборов. Машина, как любое обратимое электрическое устройство, могла работать как в двигательном, так и в генераторном режимах.

Генератор представлял собой жесткий сердечник, выполненный в виде кольца (тора), вращающегося в плоскости электромагнитов (рис.1).

После этого разрабатывалось еще много других машин, генераторного и двигательного режима, но все они имели один признак – тороидальный сердечник с расположенными на нем обмотками.

Рис.1 Машина Пачинотти-Грамма

Это обусловлено тем, что тороидальная форма является наиболее оптимальной с точки зрения обеспечения энергетических характеристик и функционирования устройства. В 1889 году наш соотечественник, ученый-электротехник М.О. Доливо-Добровольский на основе трехфазной системы Николы Тесла построил трехфазный двигатель, работа которого основывалась на создании вращающегося магнитного поля статора двигателя.

Магнитная индукция для тороидального сердечника проходит по его средней линии, а вектор магнитной индукции направлен по касательной к линии.

Значение магнитной индукции определяется по выражению:

$$B = \mu_0 \cdot n \cdot I \cdot \frac{R}{r},$$

где μ_0 – магнитная постоянная, равная $4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м; n – число витков на единицу длины; I – ток в обмотке, А; R – радиус средней линии, м; r – внутренний радиус тороида, м.

Модуль магнитного поля внутри тороида во всех точках имеет одинаковое значение, следовательно, магнитное поле является однородным по величине, по направлению магнитное поле меняется. Поле вне тороида отсутствует.

Рис.2. Определение магнитной индукции тороида

Если радиус тора намного больше радиуса витка, соотношение $R/r \approx 1$, то индукция магнитного поля тора определяется:

$$B = \mu_0 \cdot n \cdot I$$

Единица измерений магнитной индукции – Тесла (Тл), названа в честь великого ученого – Николы Тесла, который также утверждал, что тор по сути своей является непрерывным источником энергии, и изучение планет и мироздания следует начинать с раскрытия его особенностей.

В окружающем нас пространстве эта фигура используется на любых уровнях организации. Тор –самоорганизующаяся, целостная, сбалансированная система. В ней сначала вся энергия сосредотачивается в одной точке, затем растягивается вокруг тора и снова возвращается к исходной точке, т.е., к бесконечности. Для каждого из объектов, имеющих форму тора, имеется свое магнитное поле, создаваемое энергиями, входящими с одной стороны тора и выходящими с другой.

Форму тора имеют клетки крови – эритроциты, красные кровяные тельца размером 7-8 мкм (рис.3).

Знак заряда эритроцита отрицательный и равен около $0,32 \cdot 10^{-15}$ Кл. [2].

Электрические заряды на поверхности эритроцита расположены равномерно и при их движении по капиллярам вращаются вместе с мембраной эритроцита, генерируя магнитное поле. Следовательно, форма магнитного поля также будет тороидальной.

Рис.3. Эритроцит и его магнитное поле

В соответствии с принципами подобия, такую же структуру поля имеют все органы человеческого тела. Данные учёных исследовательского центра HeartMath Institute по изучению физиологических механизмов, с помощью которых сердце взаимодействует с мозгом, установили, что сердце является самым мощным генератором электромагнитной энергии в организме человека [3].

Для сравнения, магнитное поле мозга в 1000 раз слабее поля сердца. Силовые линии электромагнитного поля сердца человека образуют ту же пространственную фигуру - тор (рис.4). Как говорили древние мудрецы: «Все, что начинается в сердце, в нём и заканчивается». Значение индукции магнитного поля сердца человека составляет 0,001 мТл.

Рисунок 4. Электромагнитное поле, генерируемое сердцем человека [3]

Человек – часть Вселенной, существует и развивается по тем же законам, что и все ее составляющие. Вселенная – это живая, постоянно эволюционирующая и самоорганизующаяся система, обладающая энергетическим потенциалом и определяемая пространством и временем.

Динамика тора проявляется во всех объектах Вселенной. Магнитное поле Земли, а конкретно, изменение ее магнитных полюсов, сейчас находится в центре внимания всего населения планеты. По заключению Копылова И.П. [4] наша планета является аналогом электромеханического устройства - двигателя или генератора. Если в человеке источником магнитного поля является сердце, то применительно к Земле это будет ее ядро, состоящее из железа.

Электромагнитное поле, образованное массивным планетарным ядром, оберегает нашу планету от разрушающего солнечного воздействия, являясь своеобразным щитом для Земли. Этот щит имеет тороидальную форму и удален в пространстве на тысячи километров.

Земля получает энергию из космоса, который можно назвать источником бесконечной мощности. В электромеханике этот процесс называется параллельной работой с сетью. Эта энергия характеризуется моментом космических частиц $M1$ и их средней скоростью $\omega1$. Космос в данном случае является генератором. Он отдает эту энергию планете, которая представляет собой двигатель, преобразующий ее в механическую энергию. Механическая энергия характеризуется также моментом вращения Земли $M2$ и частотой ее вращения $\omega2$., обеспечивая все происходящие на планете процессы.

Согласно данным исследований [5], среднее значение индукции магнитного поля Земли составляет 0,032 мТл на экваторе и 0,064 мТл на полюсах, максимальное значение – 0,007 мТл.

Солнце – центр нашей Галактики, представляет собой такую же электромеханическую систему с индуктивно-емкостным преобразователем и значением магнитной индукции солнечных пятен, равным 0,4 Тл. На схеме (рис.5), показано взаимодействие звезды, солнечной системы и галактики. Все три объекта данной системы имеют свои магнитные поля. Посредством поля Галактика передает свою энергию солнечной системе, которая, в свою очередь, передает ее Солнцу.

Рис.5. Энергообмен в солнечной системе

В результате электромеханических преобразований энергий на Солнце выделяется огромное количество тепловой и световой энергии. Это тепло с

поверхности солнца в виде высокочастотных волн переизлучается в околосолнечное пространство, в том числе и на нашу планету, и таким образом происходит постоянный энергообмен между объектами солнечной системы. Этот процесс описывается теми же физическими законами, которые справедливы для любых электромеханических устройств.

Наша Галактика - это гигантские структуры, вращающиеся с миллиардами звезд. Звездные скопления, представляющие собой ток Галактики, совершают движение по винтовой спирали, имеющей шаг 26000 лет.

Очевидно, что все процессы, происходящие в недрах Вселенной на современном уровне развития науки понять невозможно, нужно объединение и усилие ученых многих научных направлений. Рассмотренные в статье примеры электромеханических систем, являются подтверждением того, что явления живой и неживой природы подчиняются единым законам Вселенной.

Кроме того, для всех объектов Вселенной, начиная от клетки организма – эритроцита, до совокупности планет и галактик, характерна тороидальная форма, как универсальная энергия Космоса. Понимание этой структуры откроет нам самые невероятные знания о планетах, о самих себе и структуре Мироздания. Вот почему Академия естественных и гуманитарных наук видит в основе своей научной деятельности объединение всех основных (естественных, технических, гуманитарных, биологических и др.) наук для описания явлений природы на микро-, макро – и мегауровне.

1. <http://www.electrolibrary.info/history/periodmashin.htm>
2. Копыльцов, А.В. Двухмерная модель распределения магнитного поля между эритроцитами в узком капилляре // Электронный научный журнал Инженерный вестник Дона, №4 (2017).
3. Science of the Heart // Exploring the Role of the Heart in Human Performance An Overview of Research Conducted by the HeartMath Institute: Volume 2 (1993 to 2016).
4. Копылов И.П. Геоэлектромеханика / И.П. Копылов.– 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство МЭИ, 2000.- 119 с.
5. Huapei Wang, Dennis V. Kent, and Pierre Rochette. Weaker axially dipolar time-averaged paleomagnetic field based on multidomain-corrected paleointensities from Galapagos lavas// PNAS December 8, 2015 112 (49) 15036-15041; first published November 23, 2015, <https://doi.org/10.1073/pnas.1505450112>

РАЗДЕЛ V. ФИЗИКА

Пылаев А.П.

Соотношение неопределенностей и дифракция микрочастиц

Снежинский физико-технический институт
(Россия, Снежинск)

doi: 10.18411/sr-10-08-2020-12

idsp: sciencerussia-10-08-2020-12

Аннотация

Показано, что для объяснения экспериментальных результатов по дифракции микрочастиц не требуется использовать концепцию волн де Бройля. Эти результаты описываются на основе соотношения неопределенностей Гейзенберга. В качестве примеров рассматриваются известные результаты экспериментов Дэвиссона и Джермера по дифракции электронов и Резерфорда по рассеянию α -частиц.

Ключевые слова: Соотношение неопределенностей Гейзенберга, эксперименты Дэвиссона и Джермера, дифракция электронов, рассеяние альфа-частиц.

Введение

Согласно одному из постулатов Бора для стационарных состояний электрона в атоме водорода имеет место соотношение

$$pr = n\hbar, n = 1, 2, 3, \dots$$

где $p = mv$ – импульс электрона (m – его масса, v – скорость), r – радиус орбиты, $\hbar = h/2\pi$, h – постоянная Планка. Здесь n – квантовое число, а само соотношение является следствием воздействия на электрон электрического поля ядра атома. Аналогичное соотношение, в котором квантовое число n определяет движение частицы при дифракции на кристаллических структурах, можно получить на основании соотношения неопределенностей Гейзенберга

$$\Delta p_x \cdot \Delta x \sim \hbar,$$

где Δp_x – неопределенность величины проекции импульса частицы на заданное направление, Δx – неопределенность положения частицы в этом направлении. Оно было предложено Гейзенбергом в результате анализа экспериментальных фактов [1]. Сам Гейзенберг в работе [2] обращал внимание на то, что «имеет место $\Delta p_x \cdot \Delta x \sim n\hbar$, где n обозначает квантовое число соответствующего стационарного состояния». Однако, он не применял это соотношение к анализу экспериментов по дифракции микрочастиц, испытывающих воздействие со стороны дифракционной решетки. Следуя Гейзенбергу и Бору, соотношение неопределенностей можно написать в виде равенства

$$\Delta p_x \cdot \Delta x = n\hbar, n = 0, 1, 2, \dots, \quad (1)$$

где показателем неопределенности является квантовое число n .

Опыты Дэвиссона и Джермера по дифракции электронов

Соотношение (1) позволяет описать опыты по дифракции электронов, проведенные американскими физиками Клинтоном Дэвиссоном и Лестером Джермером в 1927 году [3] без привлечения концепции волн де Бройля. Схема установки для проведения 1-й серии опытов показана на рис. 1.

Рис. 1. Схема экспериментальной установки в 1-й серии опытов.

Пучок электронов из электронной пушки (1) падал нормально на грань $\{111\}$ кристалла никеля (2). Постоянная кристаллической решетки в этом слое составляет $d = 2,15 \cdot 10^{-8}$ см. Отраженные от верхнего атомного слоя электроны попадали в детектор, в качестве которого использовался цилиндр Фарадея (3), соединенный с гальванометром, который измерял ток электронов. Детектор можно было перемещать в плоскости падения пучка, меняя угол θ . Определялась зависимость величины тока от угла θ при заданном ускоряющем напряжении на электронной пушке.

Схема отражения электронов от кристаллической решетки представлена на рис. 2.

Рис. 2. Схема отражения электронов в 1-й серии опытов.

Электрон падающего пучка обладает импульсом p , отраженный электрон имеет импульс p_1 . Для описания процесса отражения электронов используем соотношение (1), в котором $\Delta x = d$. Запишем это равенство следующим образом, полагая, что отражение имеет упругий характер, и по абсолютной величине $p = p_1$:

$$\Delta p_x \cdot d = \frac{\Delta p_x}{p} p d = \sin \theta p d = nh,$$

откуда получаем выражение для синуса угла отражения:

$$\sin \theta = \frac{nh}{pd}. \quad (2)$$

Импульс электрона p , определенный из выражения для энергии

$$\frac{p^2}{2m} = eU,$$

связан с ускоряющим напряжением U в электронной пушке соотношением

$$p = \sqrt{2meU}, \quad (3)$$

где m и e – соответственно масса и заряд электрона. Поскольку $\sin\theta \leq 1$, из (2) и (3) следует, что для квантового числа n должно выполняться соотношение

$$n \leq \frac{d\sqrt{2meU_m}}{h} = 1,245,$$

где $U_m = 68 \text{ V}$ – максимальное ускоряющее напряжение, использованное в данной серии опытов. Следовательно, при ускоряющих напряжениях, использованных в опытах, целое число n может принимать единственное значение $n = 1$, а это означает, что дифракционный максимум в этих опытах при каждом значении напряжения может быть только один. На рис. 3 представлены оригинальные диаграммы «ток электронов – угол отражения», полученные в экспериментах.

Рис. 3. Экспериментальные диаграммы «ток – угол отражения».

Угол отражения отсчитывается от вертикальной оси, на которой стрелкой показано направление падения электронного пучка. Под каждой диаграммой указано напряжение, при котором она получена. Значения углов, приведенные на диаграммах, определены по (2), они с большой точностью совпали с углами, под которыми наблюдались максимумы интенсивности отражения электронов во всех пяти случаях.

2-я серия опытов проводилась по схеме Вульфа-Брэгга, пучок электронов падал на поверхность кристалла под углом скольжения α , а отражение осуществлялось в области межатомного слоя, как показано на рис. 4.

Рис. 4. Схема отражения электронов во 2 серии опытов.

Регистрация осуществлялась под тем же углом α к поверхности слоя, причем измерялся ток электронов в зависимости от напряжения на электронной пушке. Из рисунка видно, что, поскольку $p_1 = p$ в силу упругого характера взаимодействия,

$$\sin\alpha = \frac{\Delta p_x}{2p},$$

тогда из (1) следует

$$\sin\alpha = \frac{nh}{2pd}.$$

Максимумы тока, полученные при определенных значениях ускоряющего напряжения U_m , должны соответствовать целым значениям числа n . Выражая импульс электронов p через ускоряющее напряжение электронной пушки U посредством (3) и

подставляя в выражение для синуса угла, получим связь между числом n и ускоряющим напряжением, соответствующим максимуму тока:

$$n = \frac{2d \sin \alpha \sqrt{2me}}{h} \sqrt{U_m}. \quad (4)$$

На рис. 5 представлены оригинальные зависимости тока электронов I от ускоряющего напряжения U , полученные под углом $\alpha = 80^\circ$ при расстоянии между атомными слоями кристалла $d = 2,03 \cdot 10^{-8}$ см. Каждому пику должно соответствовать указанное на рисунке значение целого числа n .

Рис. 5. Экспериментальные зависимости тока от напряжения.

Однако, как следует из нижеприведенной таблицы 1, значения чисел n , рассчитанные по (4) и представленные в строке 2, не являются целыми числами. Это несоответствие возникает из-за не учета дополнительной разности потенциалов, имеющей место в приповерхностном слое кристалла никеля. Методом подбора эта дополнительная разность потенциалов определена как $\Delta U = 22$ В, что соответствует табличным данным, и в строке 3 таблицы приведены значения $n(U_m + \Delta U)$, рассчитанные по соотношению

$$n = \frac{2d \sin \alpha \sqrt{2me}}{h} \sqrt{U_m + \Delta U}.$$

Таблица 1

Значения квантового числа n							
1	$U_m, \text{В}$	64	133	210	328	445	576
2	$n(U)$	2,6	3,7	4,7	5,9	6,8	7,8
3	$n(U_m + \Delta U)$	3,00	4,04	4,94	6,07	7,00	7,93

Незначительные отличия чисел n от целых значений в строке 3 определяются неизбежными экспериментальными погрешностями. Таким образом, использование соотношения неопределенностей в форме (1) позволяет полностью описать эксперименты по дифракции электронов.

Опыты Резерфорда по рассеянию α -частиц

Резерфорд описал эксперименты по рассеянию α -частиц, в результате которых была установлена планетарная модель атома [4]. Им рассматривалось взаимодействие α -частицы (1) с одиночным атомом (2), как показано на рис. 6.

Рис. 6. Схема Резерфорда рассеяния α -частиц.

Угол θ отклонения α -частицы от первоначального направления в зависимости от прицельного параметра s определяется формулой [5]:

$$\operatorname{Ctg} \frac{\theta}{2} = \frac{m_{\alpha} v^2 s}{2Ze^2}, \quad (5)$$

где m_{α} – масса α -частицы, v – ее скорость вдали от ядра, Z – число протонов в ядре атома, e – величина элементарного заряда. Однако в экспериментах поток α -частиц пропускался через тонкую золотую фольгу, которая фактически представляла собой дифракционную решетку, поэтому приведенная формула представляется некоторым приближением.

Поток α -частиц от источника, представляющего собой смесь изотопов радия, со средней энергией 6,5 МэВ падал нормально на поверхность фольги, постоянная кристаллической решетки которой равна $d = 4,7 \cdot 10^{-8}$ см. Для углов $\theta \leq 90^\circ$ схема рассеяния показана на рис. 7.

Рис. 7. Схема рассеяния α -частиц для углов $\theta \leq 90^\circ$.

Пусть $\mathbf{p}$ и $\mathbf{p}_1$ – соответственно импульсы падающей и рассеянной α -частицы. Полагая, что взаимодействие имеет упругий характер, и по абсолютной величине $p = p_1$, на основании (1) для угла рассеяния θ будем иметь

$$\sin \theta = \frac{nh}{pd} = \frac{nh}{m_{\alpha} v d}, \quad n = 0, 1, 2, \dots, n_0. \quad (6)$$

Поскольку

$$\sin \theta \leq 1,$$

то максимальное значение числа n при массе $m_{\alpha} = 0,66 \cdot 10^{-23}$ г и скорости $v = 1,75 \cdot 10^9$ см/с будет равно

$$n_0 = \frac{m_{\alpha} v d}{h} = 8,2 \cdot 10^4.$$

Для углов рассеяния $\theta \geq 90^\circ$ схема будет иметь вид, показанный на рис. 8.

Рис. 8. Схема рассеяния α -частиц для углов $\theta \geq 90^\circ$.

Из рисунка видно, что угол $\theta_1 = \pi - \theta$, тогда согласно (1)

$$\sin(\pi - \theta) = \frac{n'h}{pd} = \frac{n'h}{m_\alpha v d}, \quad n' = 0, 1, 2, \dots, n_0. \quad (7)$$

При значениях числа n' в диапазоне $0 \leq n' \leq n_0$ угол θ_1 находится в диапазоне $0^\circ \leq \theta_1 \leq 90^\circ$, тогда угол θ будет находиться в диапазоне $180^\circ \geq \theta \geq 90^\circ$.

Для сопоставления классического и квантового подходов к процессу рассеяния α -частиц на рис. 9 представлены зависимости (5) и (6) угла рассеяния от соответствующих параметров в диапазоне $0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$, а на рис.10 – аналогичные зависимости (5) и (7). в диапазоне $90^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$.

Рис. 9. Зависимости углов рассеяния в диапазоне $0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ$.

Рис. 10. Зависимости углов рассеяния в диапазоне $90^\circ \leq \theta \leq 180^\circ$.

Из сопоставления этих зависимостей видно, что они в целом сходным образом описывают процесс рассеяния. Этого и следовало ожидать в силу принципа соответствия, утверждающего, что с увеличением массы частиц их поведение приближается к классическому. Также, в силу этого принципа, квантовые числа n в процессе дифракции массивных α -частиц на несколько порядков превышают эти числа в процессе дифракции легких электронов.

Выводы

1. Применение соотношения неопределенностей Гейзенберга в форме (1) дало возможность на корпускулярной основе полностью описать эксперименты Дэвиссона и Джермера по дифракции электронов, а также описать рассеяние α -частиц, не прибегая к концепции волн де Бройля.

2. Концепция волн де Бройля, представляющая собой аналог принципа дуализма «волна-частица», принятого для света, фактически является математическим методом, основанным на замене переменной по соотношению, имеющему место для световых чвстиц-фотонов:

$$\lambda = \frac{h}{p},$$

где λ - расстояние, проходимое фотоном за период колебаний его электромагнитного поля, традиционно называемое «длиной волны», p – импульс фотона,

h – постоянная Планка. Однако, на протяжении всего почти столетнего периода после появления концепции волн де Бройля существование этих волн экспериментально не подтверждено.

1. В. Гейзенберг. «О наглядном содержании квантово-теоретической кинематики и механики». Избранные труды, Москва, Эдиториал УРСС, 2010.
2. В. Гейзенберг. «Физические принципы квантовой теории», Избранные труды, ГТТИ, Ленинград, 1932.
3. C. Davisson and L. H. Germer. "Diffraction of Electrons by a Crystal of Nickel". Phys. Rev., v. 30, issue 6, p. 705, 1927.
4. Э. Резерфорд. «Рассеяние α - и β -частиц веществом и строение атома». Избранные научные труды, т. 2, «Наука», Москва, 1972.

Шоров Б.М.

Постоянный электрический ток и его применение в медицине

ФГБОУ ВО «Майкопский государственный технологический университет»

(Россия, Майкоп)

doi: 10.18411/sr-10-08-2020-13

idsp: sciencerussia-10-08-2020-13

Аннотация

Развитие современной медицины невозможно без достижений в области физики, техники, объективных методов исследования больного и нахождения способов лечения. Электрический ток давно нашел свое место в медицине. С помощью него осуществляется более полноценное и глубокое проникновение определенных лекарственных веществ с целью улучшить внешний вид, снять боль, и излечить определенные состояния. В статье автор рассматривает электричество как основу электротерапевтических методов, которые занимают самое большое место в физиотерапии.

Ключевые слова: физика, медицина, электрический ток, физиотерапия, электролечение

Физика - наука о явлениях природы. Медицина – наука о болезнях человека, их лечении и предупреждении. Проникновение физических знаний, методов и аппаратуры в медицину достаточно многогранно. Многие медицинские методы диагностики и исследования основаны на использовании медицинских по назначению приборов конструктивно является физическими приборами. Физико-математические знания важны будущему врачу еще и потому, что они способствуют формированию материалистического взгляда на живой организм и процессы, протекающие в нем.

В медицине, особенно, в физиотерапии (от греч. физио – природа; терапия – лечение), широко используются достижения физической науки и техники.

Физиотерапия – раздел медицины, применяющий физические факторы для лечения и профилактики заболеваний. Сегодня электричество в виде различных электротерапевтических методов занимает самое большое место в физиотерапии многих заболеваний.

Применение электричества с лечебными целями началось с использования природных источников – электрического тока, генерируемого некоторыми рыбами (электрический скат, угорь, сом). При этом больных с параличами, подагрой, болезнями суставов сажали в воду, в которой находились электрические рыбы.

В 1600 году английский физик У.Гилберт ввел термин «электричество» после изучения явления электризации. К этому времени относятся и первые попытки лечения

больных электродействием янтаря (янтарь по-гречески электрон). Следующий шаг в электротерапии был сделан после изобретения электрических машин (О.Герике). Их с терапевтическими целями успешно применяли Кратценштейн (1744г), Гилберт (1753г), Берталан (1773г) и Майдет (1778г). Однако только после опытов Л.Гальвани (1791г) и изобретения А.Вольта (1800г) электрической батареи началось более систематическое применение и научное изучение электротерапии и электродиагностики.

В 1804 году в Москве был издан диссертация И.Е.Грузинова «О гальванизме и его применении в медицинской практике». В 40-х годах XIX века Ф.Белявский ввел гальваноионотерапию. Г.А.Захарьин широко пропагандировал применение электротерапии в клиниках Московского университета.

В настоящее время с лечебной целью используются электрические токи, различные по напряжению, форме, частоте колебаний, направлению и т.д.

В медицинской практике широко применяют электролечение – лечение электрическими токами:

- электрофорез;
- гальванизация.

Электрический ток – направленное движение заряженных частиц. Количественной характеристикой тока является его сила тока (количества электричества переносимого через поперечное сечение проводника в единицу времени). Единица измерения силы тока Ампер. Электрический ток постоянного направления (гальванизация, электрофорез) применяют при самых разных заболеваниях. На долю гальванизации приходится до 20 % всех физиотерапевтических процедур.

Гальванизация – это метод использования в лечебно – профилактических целях непрерывного, постоянного по направлению тока небольшой силы и низкого напряжения. При прохождении электрического тока возникают биофизические процессы (электролиз, поляризация, электродиффузия, электроосмос). Источником тока обычно служит двухполупериодный выпрямитель. Для этого применяют электроды из листового свинца или станиоля толщиной 0,3-0,5 мм или токопроводящей ткани и гидрофильных матерчатых прокладок. Нельзя пользоваться прокладками из шерстяной или окрашенной ткани. Гидрофильная прокладка необходима для предотвращения химического ожога тканей под электродами, для улучшения прохождения тока через кожную поверхность, равномерного соприкосновения электродов и кожной поверхности.

Постоянный ток используют в лечебной практике также и для введения лекарственных веществ через кожу или слизистые оболочки. Этот метод получил название **электрофорез**. Для этой цели поступают так же, как и при гальванизации, но только прокладку активного электрода смачивают раствором соответствующего лекарственного вещества. Лекарство вводят с того полюса, зарядом которого оно обладает: анионы вводят с катода, катионы – с анода.

Гальванический ток стимулирует трофические и энергетические процессы кожи, повышает ее реактивность и устойчивость к факторам внешней среды. Терапевтические дозы тока стимулируют функцию надпочечников, щитовидной железы, гипофиза. При использовании тока по общим или сегментарно-рефлекторным методикам наблюдаются снижение артериального давления, улучшение кровообращения и лимфотока, усиление секреторной и моторной функции желудка и кишечника, бронхолитический эффект, улучшение функции печени, почек, стимуляция восстановительных процессов в костной и соединительной тканях, повышается активность иммунной системы и т.д.

Гальванизацию и электрофорез лекарственных веществ можно осуществлять с помощью жидкостных электродов в виде ванн, в которые погружаются конечности пациента.

Являясь методами физиотерапии, они имеют противопоказания, общие для всех видов физиопроцедур.

На сегодняшний день физиотерапия имеет широкое применение при лечении различных заболеваний. Она проста, удобна, безопасна и эффективна в использовании. Физика имеет важное значение для медицины, а, следовательно, и для здоровья человека.

1. Медицинская и биологическая физика: учебник / А.Н. Ремизов. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2016. – 656 с.
 2. Физика и биофизика: учебник / В.Ф. Антонов, Е.К. Козлова, А.М. Черныш. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. – 472 с.
 3. Краткий курс медицинской и биологической физики с элементами реабилитологии / Федорова В.Н. – М: Физматлит, 2005. – 624 с.
-

РАЗДЕЛ VI. ПИЩЕВАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Богатых В.Н., Степанова Т.А.

Анализ производства продукции зерновых культур в Воронежской области

Воронежский государственный аграрный университет имени императора

Петра I

(Россия, Воронеж)

doi: 10.18411/sr-10-08-2020-14

idsp: sciencerussia-10-08-2020-14

Аннотация

Объектом рассмотрения данной статьи выступает производство зерна в сельскохозяйственных предприятиях Воронежской области. Проведенная исследовательская работа позволяет проанализировать развитие производства зерна по предприятиям Воронежской области за последние несколько лет.

Ключевые слова: зерно, производство зерна, урожайность, валовой сбор, посевная площадь, нагрузка пашни на 1 трактор.

Зерно и продукты его переработки являются одним из основных продуктов питания населения и основой продовольственной безопасности страны. В связи с этим, решающее значение имеет наращивание производства зерна. Также достаточный уровень производства зерновых создает необходимую сырьевую базу и предпосылки развития различных производств.

Поэтому актуальность темы исследования не вызывает сомнений, так как в мировом земледелии зерновые культуры занимают ведущее место, возделываются почти повсеместно и имеют важное значение для населения всего земного шара, что связано с их большой ценностью и разнообразным использованием.

Таблица 1

Производство зерна в России за 2015-2019 гг.

Год	Посевная площадь зерна, га	Производство зерна, млн. тонн
2015	78634,8	105,3
2016	79311,9	120,6
2017	80048,7	134,1
2018	79633,74	110
2019	79559,4	121,2

По данной таблице можно сказать, что наибольшее производство зерна было в 2017 году, оно составило 134,1 млн.тонн, что на 28,8 тонн или на 27% больше по сравнению с 2015 годом, это связано с тем, что увеличилась посевная площадь на 1413,9 га и составила 80048,7 га.

Нами были проведены исследования по изучению производства зерна в Воронежской области по совокупности предприятий Аннинского, Семилукского, Павловского районов.

Нами было также изучено, как и какие факторы влияют на среднюю урожайность зерна и валовой сбор зерна. Для этого мы провели индексный анализ средней урожайности зерна и валового сбора зерна. Результаты представим в виде следующей таблицы.

Таблица 2

*Результаты индексного анализа средней урожайности и валового сбора зерна по
предприятиям Воронежской области*

Факторы	Формула	Результат	Вывод
Средняя урожайность зерновых			
Общее изменение средней урожайности по исследуемым предприятиям	<p>Относительное: $I_{\bar{y}} = \frac{\bar{y}_1}{\bar{y}_2} = \frac{\sum Y_1 P_1}{\sum P_1} / \frac{\sum Y_0 P_0}{\sum P_0}$ </p> <p>Абсолютное: $\Delta \bar{y} = \bar{y}_1 - \bar{y}_0$ </p>	<p>Относительное: $I_{\bar{y}} = \frac{33,94}{44,95} = 0,7551 \text{ или } 75,51\%$ </p> <p>Абсолютное: $\Delta \bar{y} = 33,94 - 44,95 = -11,01$ </p>	Средняя урожайность зерна в Павловском, Семилукском, Аннинском районах в 2018 году по сравнению с 2017 снизилась на 24,49% или 11,05 ц/га.
Урожайность в отдельных предприятиях	<p>Относительное: $I_{\bar{y}} = \frac{\bar{y}_1}{\bar{y}_{\text{усл}}} = \frac{\sum Y_1 P_1}{\sum P_1} / \frac{\sum Y_0 P_1}{\sum P_1}$ </p> <p>Абсолютное: $\Delta \bar{y} (Y) = \bar{y}_1 - \bar{y}_{\text{усл}}$ </p>	<p>Относительное: $I_{\bar{y}} = \frac{33,94}{44,92} = 0,7556 \text{ или } 75,56\%$ </p> <p>Абсолютное: $\Delta \bar{y} (Y) = 33,94 - 44,92 = -10,98 \text{ ц/га}$ </p>	За счёт снижения урожайности зерна в хозяйствах районов (кроме ООО «Альпезк», ООО «Токай», ЗАО «Земляное») средняя урожайность снизилась на 24,44% или на 10,98 ц/га.
Структура посевных площадей	<p>Относительное: $I_d = \frac{\bar{y}_{\text{усл}}}{\bar{y}_0} = \frac{\sum Y_0 P_1}{\sum P_1} / \frac{\sum Y_0 P_0}{\sum P_0}$ </p> <p>Абсолютное: $\Delta \bar{y} (d) = \bar{y}_{\text{усл}} - \bar{y}_0$ </p>	<p>Относительное: $I_d = \frac{44,92}{44,95} = 0,9993 \text{ или } 99,93\%$ </p> <p>Абсолютное: $\Delta \bar{y} (d) = 44,92 - 44,95 = -0,03 \text{ ц/га}$ </p>	За счёт ухудшения структуры посевных площадей в анализируемых хозяйствах районов средняя урожайность снизилась на 0,07% или на 0,03 ц/га.
Валовой сбор зерна			
Общее изменение валового сбора зерна по предприятиям	<p>Относительное: $I_{\text{уп}} = \frac{\sum Y_1 P_1}{\sum Y_0 P_0}$ </p> <p>Абсолютное: $\Delta_{\text{уп}} = \sum Y_1 P_1 - \sum Y_0 P_0$ </p>	<p>Относительное: $I_{\text{уп}} = \frac{2443829}{3113062} = 0,7850 \text{ или } 78,50\%$ </p> <p>Абсолютное: $\Delta_{\text{уп}} = 2443829 - 3113062 = -669233 \text{ ц}$ </p>	Валовой сбор зерна в отчётном периоде по сравнению с базисным уменьшился на 669233 ц или 21,5%.
Урожайность зерна в отдельных предприятиях	<p>Относительное: $I_{\bar{y}} = \frac{\bar{y}_1}{\bar{y}_{\text{усл}}} = \frac{\sum Y_1 P_1}{\sum P_1} / \frac{\sum Y_0 P_1}{\sum P_1}$ </p> <p>Абсолютное: $\Delta_{\text{уп}(y)} = (\bar{y}_1 - \bar{y}_{\text{усл}}) * \sum P_1$ </p>	<p>Относительное: $I_{\bar{y}} = \frac{33,94}{44,92} = 0,7556 \text{ или } 75,56\%$ </p> <p>Абсолютное: $\Delta_{\text{уп}(y)} = (33,9440 - 44,9239) * 71996 = -790509$ </p>	За счёт снижения урожайности зерна в отдельных предприятиях Павловского, Семилукского, Аннинского районов валовой сбор в 2018 году уменьшился по сравнению с базисным 2017 годом на 24,44% или 790509 ц.
Размер посевных площадей	<p>Относительное: $I_{\Pi} = \frac{\sum P_1}{\sum P_0}$ </p> <p>Абсолютное: $\Delta_{\text{уп}(\Pi)} = (\sum P_1 - \sum P_0) * \bar{y}_0$ </p>	<p>Относительное: $I_{\Pi} = \frac{71996}{69262} = 1,0395 \text{ или } 103,95\%$ </p> <p>Абсолютное: $\Delta_{\text{уп}(\Pi)} = (71996 - 69262) * 44,9462 = 122883 \text{ ц}$ </p>	За счёт увеличения посевных площадей зерна в отчётном периоде валовой сбор увеличился по сравнению с базисным на 3,95% или 122883 ц.
Структура посевных площадей	<p>Относительное: $I_d = \frac{\bar{y}_{\text{усл}}}{\bar{y}_0} = \frac{\sum Y_0 P_1}{\sum P_1} / \frac{\sum Y_0 P_0}{\sum P_0}$ </p>	<p>Относительное: $I_d = \frac{44,92}{44,95} = 0,9993 \text{ или } 99,93\%$ </p> <p>Абсолютное: $\Delta_{\text{уп}(d)} = (44,92 - 44,95) * \sum P_1$ </p>	За счёт ухудшения структуры посевных площадей в Павловском, Семилукском, Аннинском районах валовой сбор в 2018 году снизился на

	Абсолютное: $\Delta_{уп(d)} = (\bar{Y}_{усл} - \bar{Y}_0) * \sum P_1$	44,95)*71996=-2160ц	0,07% или 2160 ц.
--	--	---------------------	-------------------

Выполненные расчёты позволяют построить следующие модели:

Для средней урожайности зерна:

Мультипликативная:

$$I_{\bar{y}} = I_y * I_d$$

$$-0,7551 = -(0,7556 * 0,9993)$$

$$-0,7551 = -0,7551$$

Аддитивная:

$$\Delta \bar{y} = \Delta \bar{y}(Y) + \Delta \bar{y}(d)$$

$$-11,01 = -10,98 - 0,03$$

$$-11,01 = -11,01$$

Для валового сбора зерна:

Мультипликативная:

$$I_{уп} = I_{уп(y)} * I_{уп(n)} * I_{уп(d)}$$

$$-0,7850 = -(0,7556 * 1,0395 * 0,9993)$$

$$-0,7850 = -0,7849$$

Аддитивная:

$$\Delta_{уп} = \Delta_{уп(y)} + \Delta_{уп(n)} + \Delta_{уп(d)}$$

$$-669233 = -790509 + 122883 - 2160$$

$$-669233 = -669786$$

Таким образом, индексный анализ показал, что ни один из факторов не оказал, положительное влияние на среднюю урожайность, а на валовой сбор зерна в Аннинском, Семилукском, Павловском районах оказал только второй фактор.

Основным фактором, влияющим на производство зерна в Аннинском, Семилукском, Павловском районах является нагрузка пашни на 1 трактор. С целью выяснения данного влияния, мы провели аналитическую группировку.

Таблица 3

Группировка предприятий Аннинского, Семилукского, Павловского районов по нагрузке пашни на 1 трактор и статистические аналитические показатели по группам

Группы хозяйств по нагрузке пашни на 1 трактор, га	Число хозяйств	Нагрузка пашни на 1 трактор, га	Производственные затраты на 1 га посева зерновых, руб.	Урожайность зерновых, ц/га	Трудоёмкость 1ц зерна, чел./час.	Себестоимость 1ц реализованного зерна, руб.	Уровень рентабельности, %
I: До 177,33	13	99	30440	41,1	0,16	640	35,6
II: 177,33-273,74	7	234	26585	32,1	0,24	819	33,7
III: Свыше 273,74	3	380	31991	31,9	0,41	933	20,6
Итого	23	188	28607	34,00	0,27	861	30,9

Мы выяснили, что чем выше нагрузка пашни на 1 трактор, тем ниже урожайность зерновых культур. При минимальной нагрузке пашни на 1 трактор 99 га, урожайность зерна составляет 41,1 ц/га. При максимальной нагрузке пашни на 1 трактор 380 га, урожайность зерна составляет 31,9 ц/га. При снижении урожайности повышается себестоимость 1 ц зерновых до 933 руб., а трудоемкость до 0,41 чел./часа.

Как следствие этого уровень рентабельности в 3 группе ниже, чем в первой на 15,0 процентных пункта.

Проведённый дисперсионный анализ подтвердил существенность влияния нагрузки пашни на 1 трактор на урожайность зерновых культур, так как фактическое значение критерия Фишера больше теоретического.

Далее мы перешли к многофакторной модели. В данную модель были заложены следующие факторы: производственные затраты на 1 га посева зерновых (уровень интенсивности), руб.; нагрузка пашни на 1 трактор, га; фондовооруженность 1 работника, тыс. руб.; энерговооруженность 1 работника, л. с.; уровень специализации, %; затраты труда на 1 га посева зерновых, чел./час; стоимость внесенных удобрений на 1 га зерновых, руб.; фондообеспеченность хозяйства, тыс. руб.; уровень концентрации (площадь посева зерновых), га; трудообеспеченность (число работников на 100 га пашни), чел. Прорешивая пошагово модель для её улучшения, мы оставили только 2 фактора у которых уровень значимости меньше 0,05. Это нагрузка пашни на 1 трактор и уровень специализации.

Далее нами было получено следующее уравнение регрессии, которое имеет следующий вид $Y(x_1; x_2) = 56,12 - 0,09 \cdot x_1 + 0,29 \cdot x_2$

Коэффициент регрессии $a_1 = -0,09$, говорит о том, что при увеличении нагрузки пашни на 1 трактор на 1 га урожайность зерна снизится на 0,09 ц/га;

Коэффициент регрессии $a_2 = 0,29$, говорит о том, что если уровень специализации увеличится на 1% урожайность зерна повысится на 0,29 ц/га.

Коэффициент детерминации равен 56,25%. Это свидетельствует о том, что урожайность зерна на 56,25% зависит от факторов, включенных в модель, и на 43,75% от других факторов, которые были не учтены в модели.

Разработанная корреляционно-регрессионная модель достаточно полно отражает урожайность зерна в исследуемой совокупности предприятий, а поэтому может быть использована для оценки результатов их деятельности и в частности для расчёта резервов увеличения средней продуктивности сельхоз предприятий выбранных районов Воронежской области и повышения средней урожайности зерна.

Таблица 4

Резервы повышения урожайности зерна по предприятиям Воронежской области по результатам проведения корреляционно-регрессионного анализа

Факторы	Условные обозначения	Средний уровень факторов			Отклонение среднего уровня факторов отстающих предприятий		Коэффициент регрессии	Резервы роста средней урожайности зерна			
		по району	по передовым предприятиям	по отстающим предприятиям	от среднего уровня по выборки	от уровня передовых предприятий		до среднего уровня по району		до уровня передовых предприятий	
								ц/га	%	ц/га	%
Нагрузка пашни на 1 трактор,га	X1	174,2 2	104,9 2	264,4	-90,08	- 159,3 8	-0,09	8,17	23,4 6	14,34	41,1 7
Уровень специализации, %	X2	50,58	85,55	29,79	20,79	59,76	0,29	6,03	17,3 1	17,33	49,7 6
Итого	x	x	x	x	x	x	X	14,2	40,7 7	31,67	90,9 3

Таким образом, перед отстающими предприятиями стоят две задачи:

1. задача «минимум»: отстающим предприятиям довести значения факторов до среднего уровня по району. В этом случае урожайность в данных предприятиях повысится на 14,2 ц/га или 40,77%. При этом урожайность будет составлять 49,03 ц/га;

2. задача «максимум»: отстающим предприятиям довести значения факторов до передовых предприятий выборки. В этом случае урожайность в данных предприятиях повысится на 31,67 ц/га или 90,93%. При этом урожайность будет составлять 66,5 ц/га.

Мы выяснили, что производство зерна в анализируемых предприятиях имеет неоспоримые плюсы:

- покрывает значительную часть потребности населения в углеводах и белках;
- является кормом для скота и птицы;
- зерно является востребованной культурой;
- зерно хорошо хранится (усушка не превышает 3% в год);
- легко перевозится на большие расстояния.

Однако проведя статистико-экономический анализ зерна, мы увидели, что имеется и ряд минусов при его производстве:

- произошло ухудшение структуры посевных площадей;
- снизилась урожайность в отдельных хозяйствах;
- уменьшился валовой сбор.

Для того, чтобы свести данные минусы к минимуму нужно:

- провести комплекс мероприятий по обеспечению полноценного сбалансированного использования удобрений и средств защиты растений;
- использовать семена высокого качества, наиболее урожайных сортов и гибридов;
- совершенствовать структуру посевов путем расширения площади посева более урожайных сортов.

1. Панина Е.Б. Современные проблемы анализа затрат на производство продукции сельскохозяйственной организации / Е.Б. Панина, Т.В. Селютина // Актуальные проблемы и перспективы развития аудита, бухгалтерского учета, экономического анализа и налогообложения: Материалы национальной (всероссийской) научно-практической и методической конференции, 07 ноября 2019 г., ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ – Воронеж: ФГБОУ Воронежский ГАУ, 2020. – С. 320-323.
2. Русина О.С. Анализ и резервы повышения эффективности производства зерна на примере сельскохозяйственных организаций Аннинского и Терновского районов Воронежской области / О.С. Русина, Г. И. Хаустова // Молодежный вектор развития аграрной науки: материалы 69-й научной студенческой конференции / Воронежский государственный аграрный университет. — Воронеж, 2018. — Ч. V. — С. 143-147. — (Развитие статистико-аналитического и математического обеспечения устойчивого функционирования организаций АПК и сельских территорий). — Библиогр.: с. 147.
3. Статистика с основами социально-экономической статистики: учебное пособие / Хаустова Г.И., Панина Е.Б., Степанова Т.А. и др.; Под ред. В.А. Лубкова. – Воронеж, издательство ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2020. – 157 с.
4. Статистика: практикум для обучающихся (уровень бакалавриата) экономического факультета по направлениям 38.03.01 «Экономика» и 38.03.02 «Менеджмент» заочной формы обучения / [Н.В. Санина и др.]; Воронежский государственный аграрный университет, 2018. – 154 с.: ил. – Авторы указаны на обороте титульного листа. – Библиогр.: с. 141-142. – <URL: <http://catalog.vsau.ru/elib/books/b140183.pdf>>.
5. Статистика: учебное пособие / [А.М. Восковых и др.]; Воронежский государственный аграрный университет; под ред. И.М. Суркова. – Воронеж: Воронежский государственный аграрный университет, 2017. – 244 с.: ил. – Авторы указаны на с. 7. – Библиогр.: с. 240. – <URL: <http://catalog.vsau.ru/elib/books/b128831.pdf>>.
6. Харченко И.Н. Развитие производства зерновых культур в России / И.Н. Харченко, Л.Н. Измайлова, А.М. Восковых // Политэкономические проблемы развития современных агроэкономических систем: материалы 3-й международной научно-практической конференции 29 мая 2018 года. – Воронеж, 2018 – С. 176-179.

Кривоускова А.В., Степанова Т.А.

Анализ факторов, формирующих производство прироста живой массы КРС на примере предприятий Воронежской области

*ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ им. императора Петра I
(Россия, Воронеж)*

doi: 10.18411/sr-10-08-2020-15

idsp: sciencerussia-10-08-2020-15

Аннотация

В статье с помощью индексного анализа выявлены основные проблемы производства живой массы КРС в Воронежской области. Рассмотрены основные факторы, определяющие эффективность данной отрасли.

Ключевые слова: прирост живой массы, валовый прирост КРС, индексный анализ, группировка, продуктивность скота, структура стада, поголовье скота, факторы.

Сложно представить рацион человека без мяса, так как мясные продукты являются основной его частью. В этой связи необходимо знать о пользе говядины, которая на сегодняшний день является одним из самых распространенных видов мяса.

Говядина очень полезна по своему составу. В ней достаточно высокое содержание белка (около 20%) при относительно низком проценте жира (2-23%). Также мясо КРС обладает высоким содержанием витаминов группы В, С, Е, А и других микроэлементов, благодаря чему оно незаменимо при анемии и для кроветворения. А в связи с современным трендом о ведении здорового образа жизни производство живой массы КРС набирает актуальность.

Скотоводство тесно связано с другими отраслями сельского хозяйства. Оно является источником ценных органических удобрений для растениеводства и молока для выпойки поросят раннего возраста в свиноводстве. Специализированное мясное скотоводство имеет ряд преимуществ по сравнению с другими отраслями животноводства, использует огромные возможности пастбищного содержания на естественных кормовых угодьях, не требует больших капитальных вложений, технологического оборудования и затрат труда.

В структуре производства мяса в России в 2018 г говядина составляла лишь 15,1% - она значительно уступает свинине и мясу птицы, так как оно дешевле. В 2019 году наблюдался незначительный прирост производства живой массы КРС к 2018 г на 1%, но по-прежнему наблюдается его недостаток.

Однако, в 2020 году Россия увеличила свой экспорт говядины. В Январе 2020 года была поставлена первая партия в Китай объемом в 200 тонн. Российская говядина ценится своей экологичностью, высокими стандартами качества, биологической и санитарной безопасностью, что позволяет конкурировать с такими лидерами как США, Бразилии и другим странам.

В 2020 году планируется наращивание темпов производства мяса КРС. Так, известная компания «Мираторг» рассчитывает увеличить производство говядины на 20%.

Таким образом, у России есть огромный потенциал развития в области выращивания КРС на убой.

Исходя из вышесказанного, мы провели статистики-экономический анализ производства прироста живой массы КРС на примере районов и предприятий Воронежской области.

Для оценки роли отдельных факторов в динамике изменений обобщающих показателей обратимся к индексному анализу, исходные данные которого представлены в таблице 1:

Таблица 1

Поголовье скота на откорме, продуктивность живой массы и валовый прирост КРС по районам Воронежской области.

	Поголовье коров, гол		Прирост ж.м. на 1 голову, кг		Валовой прирост живой массы КРС, ц			Структура стада, %	
	2017 г	2018 г	2017 г	2018 г	2017 г	2018 г		2017 г	2018 г
	П0	П1	У0	У1	У0П0	У1П1	У0П1	По/Σпо* 100%	П1/Σп 1*100 %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Аннинский район	7514,5	6 059	193,33	168,05	14 528	10 182	11714	5,71	4,72
Бобровский район	3083	1 895	166,43	213,72	5131	4 050	3154	2,34	1,48
Богучарский район	732,5	856	178,70	159,46	1309	1 365	1530	0,56	0,67
Борисоглебский	670	358	93,28	143,30	625	513	334	0,51	0,28
Бутурлиновский район	4283,5	3 991	208,10	203,53	8914	8 123	8305	3,25	3,11
Верхне-мамонский район	9437	4496,6	71,24	88,85	6723	3995,1	3203	7,17	3,50
Воробьёвский район	703	709	168,54	125,81	1184	892	1195	0,53	0,55
Грибановский район	202	234	190,10	160,26	384	375	445	0,15	0,18
Калачёвский район	4 290	3 984	211,07	196,44	9055	7 826	8409	3,26	3,10
Каменский район	1 470	1 522	189,25	128,71	2782	1 959	2880	1,12	1,18
Кантемировский район	12 975	12 411	237,93	226,83	30 872	28 152	29530	9,85	9,66
Каширский район	2 095	1 821	205,15	138,98	4298	2 531	3736	1,59	1,42
Лискинский район	42 182	50 028	280,25	247,41	118 216	123 774	140205	32,03	38,95
Нижне-девицкий район	1 976	1 821	185,58	156,94 5	3667	2 858	3379	1,50	1,42
Новоусманский район	1 381	1 356	287,18	211,21	3966	2 864	3894	1,05	1,06
Новохопёрский район	330	346	184,24	176,30	608	610	637	0,25	0,27
Ольховатский район	2 174	2 149	232,11	196,84	5046	4 230	4988	1,65	1,67
Острогожский район	1 074	869,6	165,92	110,63	1782	962	1443	0,82	0,68

Павловский район	7 220	7 092	206,71	196,98	14 925	13 970	14660	5,48	5,52
Петропавловский район	123	124	143,90	116,13	177	144	178	0,09	0,10
Рамонский район	1105	1 480	256,74	195,27	2837	2 890	3800	0,84	1,15
Россошанский район	8 702	8 536	201,91	158,16	17 570	13500,4	17235	6,61	6,65
Семи-лукский район	1 067	988	251,08	199,29	2679	1 969	2481	0,81	0,77
Таловский район	7 326	6 014	149,89	140,22	10 981	8 433	9014	5,56	4,68
Терновский район	2 390	2 114	130,50	122,66	3119	2 593	2759	1,81	1,65
Хохольский район	2 301	2 450	263,32	269,39	6059	6 600	6451	1,75	1,91
Эртильский район	4 889	4 750	199,61 2	178,48	9759,2	8477,8	9482	3,71	3,70
Итого	131695	128 454	194,52	171,48	287 196	263 838	249872	100,00	100,0 0

На основе данных определим общее изменение средней продуктивности прироста живой массы по исследуемым районам:

Относительное:

$$I_{\bar{y}} = \bar{Y}_1 \div \bar{Y}_0 = \frac{\sum y_1 \Pi_1}{\sum \Pi_1} \div \frac{\sum y_0 \Pi_0}{\sum \Pi_0}$$

$$I_{\bar{y}} = 171,48 \div 194,52 = 0,8815 \text{ или } 88,15\%$$

Абсолютное:

$$\Delta \bar{Y} = \bar{Y}_1 - \bar{Y}_0$$

$$\Delta \bar{Y} = 171,48 - 194,52 = -23,05 \text{ кг}$$

Следовательно, средний прирост живой массы на 1 голову в изучаемой совокупности районов Воронежской области в 2018 году снизилась на 11,85% или на 23,05 кг.

Средняя продуктивность скота находится под влиянием двух факторов:

1. Продуктивности КРС в отдельных предприятиях районов.
2. Структуры стада КРС.

Влияние продуктивности КРС.

Относительное:

$$I_y = \bar{Y}_1 \div \bar{Y}_{\text{усл}} = \frac{\sum y_1 \Pi_1}{\sum \Pi_1} \div \frac{\sum y_0 \Pi_1}{\sum \Pi_1}$$

$$I_y = 171,476 \div 194,52 = 0,8815 \text{ или } 88,15\%$$

Абсолютное:

$$\Delta \bar{Y}(Y) = (\bar{Y}_1 - \bar{Y}_{\text{усл}})$$

$$\Delta \bar{Y}(Y) = 171,476 - 194,52 = -23,04 \text{ кг}$$

Следовательно, из-за снижения средней продуктивности скота на откорме в отдельных районах Воронежской области (Богучарский, Воробьевский, Лискинский, Каширский) средняя продуктивность прироста живой массы в этих районах в 2018 году по сравнению с 2017 году снизилась на 23,04 кг или на 11,85%.

Влияние второго фактора:

Относительное:

$$I_d = \bar{Y}_{\text{усл}} \div \bar{Y}_0 = \frac{\sum y_0 \Pi_1}{\sum \Pi_1} \div \frac{\sum y_0 \Pi_0}{\sum \Pi_0}$$

$$I_d = \frac{194,52}{194,52} = 1 \text{ или } 100\%$$

Абсолютное:

$$\Delta \bar{Y}(d) = \bar{Y}_{\text{усл}} - \bar{Y}_0$$

$$\Delta \bar{Y}(d) = 194,52 - 194,52 = 0 \text{ кг}$$

Таким образом, при сохранении структуры стада, т.е. сохранении веса поголовья с высокой продуктивностью средняя продуктивность скота не изменилась.

Выполненные расчеты позволяют построить две модели:

Мультипликативная:

$$I_{\bar{Y}} = I_y * I_d$$

$$I_{\bar{Y}} = 0,8815 * 1 = 0,8815 \text{ или } 88,15\%$$

$$0,8815 = 0,8815 * 1$$

$$0,8815 = 0,8815$$

Аддитивная:

$$\Delta \bar{Y} = \Delta \bar{Y}(y) + \Delta \bar{Y}(d)$$

$$-23,0463 = -23,0463 + 0 = -23,0463 \text{ кг}$$

Изменения средней продуктивности скота, численности поголовья и структуры стада окажут влияние на состояние валового прироста живой массы в районах. В этой связи мы провели индексный анализ валового прироста живой массы КРС.

Определяется общее изменение валового прироста живой массы:

Относительное: путем расчета общего индекса валового прироста живой массы:

$$I_{\text{уп}} = \frac{\sum y_1 p_1}{\sum y_0 p_0}$$

$$I_{\text{уп}} = \frac{263838}{287196} = 0,9187 \text{ или } 91,87\%$$

Абсолютное:

$$\Delta \text{УП} = \sum y_1 p_1 - \sum y_0 p_0$$

$$\Delta \text{УП} = 263838 - 287196 = -23358 \text{ ц}$$

Таким образом, в изученной совокупности районов Воронежской области в 2018 г по сравнению с 2017 г валовой прирост живой массы КРС уменьшился на 23358 ц или на 8,13%

Валовой прирост живой массы находится под влиянием трех факторов:

1. Продуктивности скота в отдельных районах
2. Поголовья коров в районах
3. Структуры стада коров в районах

Влияние первого фактора:**Относительное:**

$$I_y = \bar{Y}_1 \div \bar{Y}_{\text{усл}} = \frac{\sum y_1 p_1}{\sum p_1} \div \frac{\sum y_0 p_1}{\sum p_1}$$

$$I_y = 0,88152 \text{ или } 88,15\%$$

Абсолютное:

$$\Delta \text{УП}(y) = (\bar{Y}_1 - \bar{Y}_{\text{усл}}) \times \sum p_1$$

$$\Delta \text{УП}(y) = (171,476 - 194,522) * 128454 = -29603 \text{ ц}$$

Следовательно, за счет снижения продуктивности в отдельных районах (Аннинский, Грибановский, Каменский, Новоусманский) валовой прирост живой массы в 2018 г по сравнению с 2017 г снизился на 29 603 ц или на 11,85%.

Влияние второго фактора:**Относительное:**

$$I_{\text{п}} = \frac{\sum p_1}{\sum p_0}$$

$$I_{\text{п}} = \frac{128454}{131695} = 0,97539 \text{ или } 97,54\%$$

Абсолютное:

$$\Delta \text{УП}(p) = (\sum p_1 - \sum p_0) \times \bar{Y}_0$$

$$\Delta \text{УП}(p) = (128454 - 131695) * 14,522 = -630408 \text{ кг или } 6304 \text{ ц}$$

Таким образом, за счет сокращения поголовья скота на 3241 голову в некоторых районах Воронежской области (Бобровский, Борисоглебский, Верхнемамонский, Таловский) в 2018 г по сравнению с 2017 г валовой прирост живой массы КРС сократился на 6304 ц или на 2,46%.

Влияние третьего фактора:

Относительное:

$$I_d = \frac{\overline{y_{\text{усл}}}}{\overline{y_0}} = \frac{\sum y_0 \Pi_1}{\sum \Pi_1} \div \frac{\sum y_0 \Pi_0}{\sum \Pi_0}$$

$$I_d = 194,522 \div 194,522 = 1 \text{ или } 100\%$$

Абсолютное:

$$\Delta \text{УП}(d) = (\overline{y_{\text{усл}}} - \overline{y_0}) \times \sum \Pi_1$$

$$\Delta \text{УП}(d) = 194,522 - 194,522 \times 128454 = 0 \text{ кг}$$

Следовательно, улучшение структуры стада, т.е. увеличение доли продуктивных коров, в районах Воронежской области не оказала влияния на валовой прирост живой массы КРС.

Выполненные расчеты позволяют построить модели:

Мультипликативная:

$$I_{\text{УП}} = I_v \times I_{\text{п}} \times I_d$$

$$I_{\text{УП}} = 0,88152 \times 0,97539 \times 1 = 0,85983 \text{ или } 85,98\%$$

Аддитивная:

$$\Delta \text{УП} = \Delta \overline{y}(y) + \Delta \text{УП}(n) + \Delta \overline{y}(d)$$

$$\Delta \overline{y} = -29603 - 630408 + 0 = -630430 \text{ или } -6304 \text{ ц}$$

Таким образом, индексный анализ выявил главные проблемы, которые преобладают в производстве живой массы КРС – сокращение поголовья скота, снижение их продуктивности. На решение этих проблем должно быть обращено внимание.

Огромную роль в продуктивности скота на откорме играет уровень кормления. Для выявления связи и зависимости между изменениями прироста живой массы и расходом кормов на 1 голову мы провели аналитическую группировку, используя Аннинский, Павловский и Семилукский районы Воронежской области.

Проведя необходимые расчеты, мы выяснили, что уровень кормления – основной фактор, определяющий продуктивность скота на откорме. С увеличением расхода кормов и улучшения его качества повышается продуктивность, снижается себестоимость производимого молока и повышается уровень окупаемости. В подтверждении вышесказанного проанализируем полученные показатели в таблице 2.

Таблица 2

Группировка хозяйств Павловского, Аннинского и Семилукского районов Воронежской области по уровню кормления коров

Границы групп по уровню кормления	Частота	Производственные затраты на 1 голову, руб	Расход кормов на 1 голову, ц к.ед	Прирост ж.м. на 1 голову, ц	Трудоемкость 1 ц прироста ж.м. чел/час	Себестоимость 1 ц прироста живой массы, тыс.руб	Уровень окупаемости, %
I до 11,51	3	29968,42	7,07	71,84	58,61	41,71	74,74
II 11,51 - 14,3	10	43842,69	13,55	152,27	20,21	28,79	74,21
III 14,3 - 17,09	7	42449,33	15,68	206,44	12,41	20,56	73,48
IV свыше 17,09	3	29461,26	17,45	275,14	12,44	10,71	73,21
Итого	23	42112,73	14,72	185,36	28,33	22,72	73,78

На основании таблицы 9 можно сделать вывод, что с увеличением расхода кормов на 1 голову повышается продуктивность скота на откорме. Одновременно с повышением продуктивности наблюдается снижение трудоемкости на 7,77 чел/час в 3 группе по сравнению с предприятиями из 2 группы. Также повышение уровня кормления позволило снизить себестоимость 1 ц прироста живой массы, что мы можем наблюдать, сравнив показатель 1 и 2 группы (41, 71 и 28,79 тыс. руб. соответственно).

Наиболее эффективно производство живой массы на предприятиях 4 группы, так как здесь мы наблюдаем самую низкую себестоимость - 10, 71 тыс. руб., что практически в 4 раза ниже, чем на отстающих предприятиях 1 группы и трудоемкость (12,41 чел/час). Таким образом, увеличение расхода кормов на 1 голову ведет к повышению уровня окупаемости. Передовые предприятия 4 группы имеют окупаемость выше на 8 процентных пункта, чем предприятия 2 группы.

Для наглядного представления изобразим графически зависимость продуктивности ж.м. КРС от уровня кормления.

Рисунок 1. Зависимость прироста живой массы от уровня кормления по предприятиям Воронежской области

Проделанный индексный анализ, а также группировка предприятий позволили оценить зависимость прироста живой массы от многих факторов. В Воронежской области в 2018 году существенную роль сыграли такие факторы как снижение продуктивности скота и сокращение поголовья. Данные явления отрицательно сказались на валовом приросте живой массы КРС, что не скомпенсировало улучшение структуры стада. Тем не менее, на отдельных предприятиях за счет повышения расхода кормов на 1 голову показатели прироста живой массы были выше среднерайонных.

Рост производства говядины в России, а в частности Воронежской области, все еще сдерживается малым уровнем специализации и концентрации, непригодными условиями для отдельных пород, недостаточным внедрением достижений науки.

Использование на предприятиях более продуктивных пород, улучшение уровня кормления до оптимальных значений, углубление специализации, расширение ферм для введения элементов промышленной технологии должно стать одним из важнейших направлений в повышении эффективности производства говядины.

1. Измайлова Л.Н. Проблемы повышения эффективности мясного скотоводства / Л.Н. Измайлова, Т.А. Журкина, Н.Н. Межеричкая // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences.-2016.-№ 12 (60). – С. 255-260.
2. Куча А.А. Статистико-экономический анализ эффективности производства живой массы КРС / А.А. Куча, Г. И. Хаустова // Молодежный вектор развития аграрной науки : материалы 69-й научной студенческой конференции / Воронежский государственный аграрный университет .— Воронеж, 2018. — Ч. V .— С. 139-143 .— (Развитие статистико-аналитического и математического обеспечения

- устойчивого функционирования организаций АПК и сельских территорий) .— Библиогр.: с. 142-143 (9 назв.).
3. Статистика : практикум для обучающихся (уровень бакалавриата) экономического факультета по направлениям 38.03.01 "Экономика" и 38.03.02 "Менеджмент" заочной формы обучения / [Н. В. Санина и др.] ; Воронежский государственный аграрный университет .— Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2018 .— 154 с. : ил. — Авторы указаны на обороте титульного листа .— Библиогр.: с. 141-142 .— <URL:<http://catalog.vsau.ru/elib/books/b140183.pdf>>.
 4. Статистика с основами социально-экономической статистики: учебное пособие /Хаустова Г.И., Панина Е.Б., Степанова Т.А.и др. ; Под ред.В.А. Лубкова. - Воронеж, издательство ФГБОУ ВО Воронежский ГАУ, 2020.-157с.
 5. Статистика: учебное пособие / [А. М. Восковых и др.] ; Воронежский государственный аграрный университет ; под ред. И. М. Суркова .— Воронеж : Воронежский государственный аграрный университет, 2017 .— 244 с. : ил. — Авторы указаны на с. 7 .— Библиогр.: с. 240 .— <URL:<http://catalog.vsau.ru/elib/books/b128831.pdf>>.
 6. Хаустова Г.И. Повышение эффективности использования ресурсного потенциала сельскохозяйственного предприятия / Г.И. Хаустова, Т.Н. Лихачева, С.Л. Федулова// Материалы за XI международна научна практична конференция "Бъдещето въпроси от света на науката". - 2015. - С. 31-36.
-

РАЗДЕЛ VII. МОДЕЛИРОВАНИЕ

Сошников А.В.

Эвристический экспресс-метод сокращения времени переналадок технологической установки

*Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна
(Россия, Санкт-Петербург)*

doi: 10.18411/sr-10-08-2020-16

idsp: sciencerussia-10-08-2020-16

Аннотация

Целью исследования является разработка метода решения в производственных условиях задачи выбора очередности выполнения на технологической установке заданной совокупности работ при наличии требования по сокращению времени на переналадку установки при смене работ.

Задачи исследования: разработать формальную модель выбора очередности выполнения работ; разработать метод поиска варианта очередности, учитывающего требования по точности и времени поиска, характерные для производственных условий, и получить предварительные оценки его эффективности.

Гипотеза исследования: подходящей моделью выбора очередности выполнения работ является задача коммивояжера, для решения которой при ограничениях на время поиска и умеренных требованиях к точности результата применяются приближенные, в том числе, эвристические методы. Выполнение требований достигается сокращением перебора вариантов с помощью тех или иных правил. Высказано предположение, что эффективным является следующее правило: возможные пути в исходном ориентированном графе задачи представляются с помощью матрицы связей между дугами. Сокращение перебора достигается исключением дуг, «вес» которых превышает заданную пороговую величину.

Методом теоретического анализа показано, что принятая гипотеза подтверждается: ценой возникновения некоторого риска «ухода» от оптимального варианта метод приводит к заметному сокращению перебора, объем которого можно регулировать, задавая значения порога. В большинстве случаев метод приводит к рациональному варианту очередности выполнения работ на технологической установке.

Результатом данного этапа исследования является разработка и предварительное тестирование алгоритма упорядочения работ с учетом требования по сокращению затрат времени на переналадки технологической установки.

Ключевые слова: задача коммивояжера, календарное планирование, оптимизация очередности выполнения работ, переналадки оборудования, эвристический метод

Abstract

The purpose of the study is to develop a method of solving in production conditions the task of selecting the order of execution of the specified set of works at the technological plant, if there is a requirement to reduce the time for re-adjustment of the plant during the change of works.

Research tasks: to develop a formal model for choosing the order of work; Develop a method for searching for a priority variant that takes into account the accuracy and time

requirements specific to production conditions and obtain preliminary estimates of its effectiveness.

Research hypothesis: A suitable model for choosing the order of work is the task of the commutator, for which, under restrictions on search time and moderate requirements for the accuracy of the result, approximate, including heuristic methods are used. Compliance with requirements is achieved by reducing the number of variants by means of certain rules. It is suggested that the following rule is effective: possible paths in the original oriented task graph are represented by a matrix of links between arcs. Reduction of overruns is achieved by excluding arcs whose "weight" exceeds the specified threshold value.

The method of theoretical analysis shows that the accepted hypothesis is confirmed: at the cost of some risk of "departure" from the optimal option, the method leads to a marked reduction of the overrun, the volume of which can be adjusted by setting the threshold values. In most cases, the method leads to a rational order of work on the process plant.

The result of this stage of the study is the development and preliminary testing of the work ordering algorithm taking into account the requirement to reduce the time required for re-adjustment of the process plant.

Keywords: commutator task, scheduling, optimization of work sequence, equipment reconfiguration, heuristic method

Принятые обозначения:

$J = \{1, \dots, j, \dots, n\}$ – множество работ;

$\vartheta = \{\vartheta_{ij}\}$, $i, j = 1, \dots, n$ -- $(n \times n)$ -матрица длительностей переналадок технологической установки;

$G(J, D)$ – граф, описывающий варианты связей между работами при формировании очередности их выполнения;

$R = \{r_{ij}\}$ – матрица смежности графа $G(J, D)$;

$D = \{(i \rightarrow j), i, j = 1, \dots, n, i \neq j\}$ – множество дуг в графе $G(J, D)$;

$n_c = n(n-1)$ – число дуг в графе $G(J, D)$;

$S = \{s_{pq}\}$ -- $(n_c \times n_c)$ -матрица связей между дугами.

При календарном планировании производства в зависимости от оперативной производственной ситуации выдвигаются различные цели. Они могут быть сформулированы относительно планируемых работ (например, минимизация общего времени выполнения работ, сокращение потерь из-за нарушения директивных сроков окончания и др.) либо относительно используемых ресурсов (например, максимизация степени использования технологического оборудования). В зависимости от многих производственных условий, в частности, таких, как структура технологических комплексов, принятые формы распределения, запуска и учета выполнения работ, организации оплаты труда и других факторов, формулируются разнообразные по содержанию задачи календарного планирования производства.

В данной статье рассматривается задача выбора очередности выполнения заданной совокупности работ на одной технологической установке, требующей переналадки при смене работ. Предполагается, что затраты ресурсов, в частности, времени, зависят от видов сменяющих друг друга работ. Эти затраты зависят от технологии выполнения операций по переналадке установки, но они также зависят и от такого управленческого фактора, как очередность запуска работ: выбирая рациональный порядок выполнения работ можно существенно сократить непроизводительные потери рабочего времени оборудования, что положительно повлияет и на конечные показатели эффективности производства. Формализация задачи приводит к комбинаторной модели выбора замкнутого пути в ориентированном графе, проходящего по одному разу через все вершины, известной как задача коммивояжера [2], [3]. В производственных приложениях для этой задачи в силу ее

высокой вычислительной сложности (экспоненциальная зависимость числа операций от размерности задачи) получили распространение различные приближенные методы, среди которых особую группу составляют эвристические методы, не имеющие строгого формального обоснования, но в ряде случаев дающие приемлемый по точности результат при также приемлемых затратах времени на поиск решения. Совершенствование и разработка новых, в определенном смысле более эффективных, методов представляет собой перманентный процесс в условиях роста требований к эффективности производства. Один из таких методов, показавший достаточно высокую эффективность при решении производственных задач рассматриваемого вида, представлен в данной статье.

Рассмотрим постановку и предлагаемый метод решения задачи.

Имеется множество J работ, помеченных номерами $1, \dots, n$; задана квадратная $(n \times n)$ -матрица длительностей переналадок $\Theta = \{\theta_{ij}\}, i, j = 1, \dots, n$. Элементы главной диагонали θ_{ii} поместим знаком ∞ . Граф задачи представим в виде матрицы смежности $R = \{r_{ij}\}, r_{ij} = 1$, если существует дуга $(i \rightarrow j)$. В силу производственных особенностей граф является полным и все элементы вне главной диагонали матрицы смежности равны единице. Число дуг в исходном графе и, соответственно, число единиц в матрице смежности равно $n_c = n(n-1)$.

Поскольку по предположению граф является полным, то в нем существует $N = n!$ цепей, проходящих по одному разу через все вершины. Число N чрезвычайно быстро растет с увеличением n , так что, начиная с некоторого значения числа вершин, делается невозможным или нерациональным выполнение полного перебора. Предлагаемая процедура предусматривает выполнение нескольких действий, направленных на сокращение перебора.

Наряду с множеством вершин графа данной задачи, будем рассматривать множество дуг $D = \{(i \rightarrow j), i, j = 1, \dots, n, i \neq j\}$. Дугу $(i \rightarrow j)$ будем также обозначать (i, j) . Упорядочим дуги произвольным образом и пронумеруем их в принятом порядке. Для определенности примем порядок нумерации дуг в соответствии с табл. 1.

Таблица 1

Порядок нумерации дуг

Дуга, $(i \rightarrow j)$	$(1 \rightarrow 2)$	$(2 \rightarrow 1)$	$(1 \rightarrow 3)$	$(3 \rightarrow 1)$		$((n-1) \rightarrow n)$	$(n \rightarrow (n-1))$
Номер, p	1	2	3	4		$n_c - 1$	n_c

Если дуге $(i \rightarrow j)$ присвоен номер (индекс) p , то будем писать $(i \rightarrow j)_p$ или $(i, j)_p$. Сформируем квадратную $(n_c \times n_c)$ -матрицу $S = \{s_{pq}\}, p, q = 1, \dots, n_c$, которую назовем матрицей связи. Элементы матрицы принимают следующие значения: $s_{pp} = \infty$; $s_{pq} = 1, p \neq q$, если дуги, соответствующие индексам p и q , являются смежными, т. е. конечная вершина дуги p совпадает с начальной вершиной дуги q . Если $s_{pq} = 1$, то дуга p может быть соединена с дугой q , т. е. обе дуги могут войти в искомую цепь. В противном случае примем $s_{pq} = 0$. Значение $s_{pq} = 1$, таким образом, «разрешает» соединение двух дуг, соответствующих строке и столбцу матрицы связи. Учтем также, что при синтезе цепи не требуется возвращаться в ранее включенные в цепь вершины, что помечается нулевыми значениями соответствующих элементов матрицы.

Используя принятые обозначения, можно значение элемента s_{pq} определить так: $s_{pq} = 1$, если $(i \rightarrow j)_p$ и $(j \rightarrow k)_q, p, q = 1, 2, \dots, n_c, p \neq q$, при этом $i, j, k = 1, \dots, n, i \neq j \neq k$.

Матрицу связи удобно использовать при поочередном синтезе возможных цепей в графе: начав синтез цепи с любой дуги, т. е., выбрав строку p , выбираем далее один из разрешенных столбцов, например, с индексом q , образуя связку двух дуг. Далее переходим к строке q и аналогичным образом присоединяем к связке еще одну из разрешенных дуг. Процедура заканчивается, когда в связке будут соединены $(n - 1)$ дуг. Процедура обеспечивает прохождение по одному разу всех вершин графа и позволяет,

изменяя выбор начальной дуги и в процессе синтеза цепи перебирая на каждом шаге разрешенные продолжения, выявить все возможные цепи.

Приведем пример. Пусть выполнению подлежат четыре работы ($n = 4$). Матрица длительностей переналадок (в условных единицах времени) представлена в табл. 2.

Построим матрицу связи S для этой задачи. Размерность матрицы 12×12 . Предварительно опишем множество дуг и занумеруем их в определенном порядке, который выберем произвольно (см. табл. 3).

Таблица 2

Длительности переналадок при смене работ				
Работы	1	2	3	4
1	∞	4	10	8
2	12	∞	3	6
3	2	12	∞	5
4	4	8	7	∞

Таблица 3

Нумерация дуг при построении матрицы связи					
Дуга, (i, j)	Номер, p	Дуга, (i, j)	Номер, p	Дуга, (i, j)	Номер, p
(1,2)	1	(1,4)	5	(2,4)	9
(2,1)	2	(4,1)	6	(4,2)	10
(1,3)	3	(2,3)	7	(3,4)	11
(3,1)	4	(3,2)	8	(4,3)	12

При фиксированной размерности расположение единиц в матрице S зависит только от принятого правила нумерации. Поясним заполнение только одной строки матрицы, например, с номером $p = 1$.

Элемент $s_{11} = \infty$ (соединять дугу с собой не требуется); дуга $(1,2)_1$ может быть смежной с дугами $(2,1)_2$, $(2,3)_7$, $(2,4)_9$. Но возврат в ранее пройденные вершины запрещен, поэтому устанавливаем следующие значения элементов $s_{12} = 0$; $s_{17} = 1$; $s_{19} = 1$. Все остальные элементы первой строки s_{1k} , $k = 3, 4, 5, 6, 8, 10, 11, 12$ принимаем равными нулю.

Аналогичным образом заполняем все строки матрицы (см. табл. 4). Заметим, что число единиц в каждой строке и в каждом столбце равно $(n - 2)$ и в данном случае равно двум.

Таблица 4

Матрица связей между дугами												
Номера дуг	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	∞	0					1		1			
2	0	∞	1		1							
3			∞	0				1			1	
4	1		0	∞	1							
5					∞	0				1		1
6	1		1		0	∞						
7				1			∞	0			1	
8		1					0	∞	1			
9						1			∞	0		1
10		1					1		0	∞		
11						1				1	∞	0
12				1				1			0	∞

Незаполненные элементы таблицы имеют нулевые значения.

Поясним процедуру генерирования цепи.

Примем дугу **1** в качестве начальной. В первой строке разрешены переходы к дуге **7** либо к дуге **9** (см. табл. 4). Примем переход **1**→**7** (связываем дуги **1** и **7**). Далее рассматриваем строку **7**. Из нее разрешены переходы к дуге **4** либо к дуге **11**. Дуга **4** ведет к уже пройденной вершине и поэтому исключается. Переходим к дуге **11**. Построение цепи завершено. Она имеет вид: $(1 \rightarrow 2)$, $(2 \rightarrow 3)$, $(3 \rightarrow 4)$. По матрице длительностей переналадок устанавливаем суммарное значение этого показателя, равное *12 усл. ед. времени*.

Организовав по той или иной схеме циклическую процедуру с проверкой ряда очевидных условий, получим полный список всех цепей, удовлетворяющих поставленным условиям. Количество таких цепей равно в данном случае $4! = 24$. Лучшая из них имеет длительность *11 усл. ед. времени*. Максимальная суммарная длительность переналадок равна *32 усл. ед. времени*, средняя величина показателя – *20,4*.

Рассмотренная процедура перебора является одной из множества возможных. Все они незначительно различаются по трудоемкости выполнения. Предложенный вариант отличается повышенными возможностями регулирования объема перебора, т. е. количества генерируемых и анализируемых цепей.

Рассмотрим подход к сокращению объема перебора.

Основная идея подхода заключается в исключении из рассмотрения дуг, имеющих «вес» (длительность переналадки технологической установки), превышающий некоторый заранее заданный порог ϑ_{cp} . При достаточно низком пороге количество генерируемых цепей может быть существенно сокращено. Но при этом, очевидно, появляется риск отсечь «хорошие» варианты, а в худшем случае вообще исключить возможность генерации цепи, удовлетворяющей требованиям. Интуитивным «обоснованием» применения такого приема является ожидание, что при разумном пороге не все цепи будут заблокированы, а только те из них, которые включают дуги с весом, превышающим порог. Также представляется очевидным, что работоспособность и эффективность приема зависит от размерности задачи и распределения значений весов дуг. Оценки эффективности могут быть получены статистическими методами, как это принято при исследовании приближенных алгоритмов, в том числе, построенных на эвристических принципах [1]–[4].

Так в рассмотренном выше примере, если положить величину порога равной средней длительности переналадок (*6,75*), то исключаются дуги с номерами **2**, **3**, **5**, **8**, **10**, **12**. Объем перебора сокращается вдвое, до *12* вариантов, и при этом, как показывают расчеты, сохраняются цепи с минимальной и близкой к ней длительностью. Снижение порога до величины *4,9* сокращает объем перебора до *8* вариантов и также сохраняет варианты с длительностью переналадок, близкой к оптимальной.

Рассмотрим одну из возможных процедур организации процесса поиска рационального варианта цепи.

Процедура может быть построена по приоритетной схеме: для дуг по некоторому правилу назначаются количественные оценки (приоритеты), по значениям которых на каждом шаге производится выбор дуги для включения в искомую цепь. Примем следующее правило: приоритет r_p дуги $(i, j)_p$ полагаем равным $r_p = 1$, если $\vartheta_{ij} < \vartheta_{cp}$; и $r_p = 0$, если $\vartheta_{ij} \geq \vartheta_{cp}$.

Правило предусматривает на очередном шаге для продолжения синтезируемой цепи среди разрешенных дуг-претендентов выбирать дугу с наибольшим приоритетом. Правило, таким образом, направлено на преимущественное использование дуг с меньшими значениями весов. Приведенный выше пример можно рассматривать как иллюстрацию применения «жесткого» варианта правила: дуги с малым (нулевым) приоритетом полностью исключались из матрицы связи S и не участвовали в синтезе цепей.

Выше описаны принципиальные положения предлагаемого эвристического подхода и опущены технические детали реализации алгоритма.

Одним из обязательных вопросов, связанных с применением эвристических методов, является вопрос об их эффективности. При использовании матриц весов с произвольными значениями элементов затруднительно установить оптимальные варианты цепей и, соответственно, оценить близость к ним найденных эвристических решений. Удобным приемом для проведения тестирования алгоритма является формирование и использование матриц специального вида, в которых наилучший вариант цепи является очевидным. После этого задача с такой особой матрицей решается с помощью тестируемого алгоритма и полученный с его помощью результат сравнивается с известным оптимальным решением. Серия таких расчетов дает основание для статистических выводов о качестве метода. В данном исследовании в серии тестовых задач размерностью от 5 до 15 работ с использованием программы, реализующей изложенный выше алгоритм, в 80% расчетов были получены оптимальные варианты очередности выполнения работ на технологической установке. Это позволяет рекомендовать метод для применения в производственных условиях при решении задач оперативного планирования загрузки технологических аппаратов с учетом длительностей переналадок.

1. Архипов А. В. Эвристические методы в управлении производством: на материале текстильной и легкой промышленности. – Л.: Изд-во ЛГУ, 1983. – 163 с.
2. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход. Пер. с англ. – М.: Мир, 1978. – 432 с.
3. Рейнгольд Э., Нивергельд Ю., Део Н. Комбинаторные алгоритмы. Теория и практика. Пер. с англ. – М.: Мир, 1980. – 476 с.

РАЗДЕЛ VIII. МАТЕМАТИКА

Kuznetsov V.I.

Proof of Fermat's Theorem Based on Mathematics of the XVII Century

FS BEI Omsk State Technical University

(Russia, Omsk)

doi: 10.18411/sr-10-08-2020-17

idsp: sciencerussia-10-08-2020-17

Abstract

The goal is to give an original proof of Fermat's Last Theorem by finding the cyclicity for the change of the last digit of any number and the last digit of a number in an arbitrary power.

Keywords: cyclicity, last digit, number power.

Introduction

Fermat's Last Theorem is one of the most popular theorems in mathematics. Its condition is formulated simply, at the "school" arithmetic level, but the proof of the theorem was sought by many mathematicians for more than three hundred years. It was proved in 1995 by Andrew Wiles.

In general, the theorem was formulated by Pierre Fermat in 1637 in the margins of Diophantus' Arithmetica. He wrote down the theorem with a note that his ingenious proof was too long to be placed in the margins of the book.

Many outstanding mathematicians and a lot of amateurs worked on the full proof of the great theorem. The theorem is considered to be in the first place in terms of incorrect "proofs".

The last important step in proving the theorem was made by Wiles in September 1994. His 130-page proof was published in the Annals of Mathematics in 1995.

In this paper, the author made an attempt to simplify the proof of Fermat's Last Theorem.

Problem Statement

The theorem states that for any natural number $n > 2$, the equation

$$x^n = y^n + z^n \quad (1)$$

has no solutions in integer nonzero numbers x, y, z . There exists a narrower version of the formulation claiming that this equation has no natural solutions. The proof of the theorem was sought by many mathematicians for more than three hundred years [1,2]. A. Violant-and-Holtz, and L. F. Alvarez wrote about the three-century challenge of mathematics and the most difficult problem in the world [3,4]. Finally, Fermat's Last Theorem was proved in 1995 by Andrew Wiles and Richard Taylor [5,6].

In this paper an attempt is made to simplify the proof.

Proof.

The number n can vary from 3 to infinity. The numbers x, y, z can also vary from one to infinity.

For the proof to be illustrative, we have to find cyclicity. Provided for a cycle with small values of numbers x, y, z and powers n , the equation (1) is proved to have no solutions in integer nonzero numbers, then this proof is extended for cycles going to infinity.

Any number ends with a digit that has a value from zero to nine. When raising a number to any power, the last digit of that power is determined by the last digit of the number. Table 1 shows how the last digit of a number changes when it is raised to a power from $n = 1$ to $n = 5$.

Table 1

Last digit of a number when raising it to a power n

n	x^n									
	...1	...2	...3	...4	...5	...6	...7	...8	...9	...0
1	...1	...2	...3	...4	...5	...6	...7	...8	...9	...0
2	...1	...4	...9	...6	...5	...6	...9	...4	...1	...0
3	...1	...8	...7	...4	...5	...6	...3	...2	...9	...0
4	...1	...6	...1	...6	...5	...6	...1	...6	...1	...0
5	...1	...2	...3	...4	...5	...6	...7	...8	...9	...0

Table 1 shows that there is a repeatability of the last number of the power through four powers, i.e. (1,5,9,13,17... ∞); (2,6,10,14... ∞); (3,7,11,15... ∞); (4,8,12,16... ∞).

Thus, the last digit of any number to an arbitrary power x^n can be represented in four forms (Table 1);

- $x^n = f[(n_1 = 1 + 4m; \text{where } m = 1.0 \dots \infty)]$;
- $x^n = f[(n_2 = 2 + 4m; \text{where } m = 1.0 \dots \infty)]$;
- $x^n = f[(n_3 = 3 + 4m; \text{where } m = 0 \dots \infty)]$;
- $x^n = f[(n_4 = 4 + 4m; \text{where } m = 0 \dots \infty)]$;

For example: $n = 217$, then $n_i = \frac{n}{4} = \frac{217}{4} = 54 + \frac{1}{4} \Rightarrow n_1 = 1 + 4m$,

$n = 218$, then $n_i = \frac{n}{4} = \frac{218}{4} = 54 + \frac{2}{4} \Rightarrow n_2 = 2 + 4m$; and so on.

Two cyclicities are found:

- the last digit of any number $\dot{x}(\dots x)$ is changed in the range from zero to nine;
- the cyclicity for the change of the last digit of a number $\dot{x}$ when raising it to an arbitrary power $n (\dots x^n)$ is found (it repeats every fourth power), i.e.

$$x^{n_i} = f(i, m),$$

where $n_i = i + 4m, i = 1 \dots 4, m = 0 \dots \infty$.

Arbitrary powers of different numbers are considered. Only those numbers with the last digit of the number x^n being equal to the last digit of the sum ($y^n + z^n$) are taken for analysis.

Compiling a table, the last digit of a number $\underline{z}$ is taken as a maximum possible, and the number $\underline{y}$ is taken such that the last digit of the sum for the last digits of the numbers $\underline{y}^{1+4m}$ and $\underline{z}^{1+4m}$ is equal to the last digit of the number $\underline{x}^{1+4m}$.

Table 2

Power $n_1 = 1 + 4m, x^{1+4m} = y^{1+4m} + z^{1+4m}, \text{ where } x > z \geq y; m = 1; |\delta| \geq |\delta_{min}| = |x^{1+4m} - (y^{1+4m} + z^{1+4m})|$

Num- ber x, y, z	LND x, y, z	LSD x, y, z	$\frac{x^{1+4m}}{y^{1+4m} z^{1+4m}}$	$y + z^{1+4m}$	$ \delta = x^{1+4m} - (y^{1+4m} + z^{1+4m}) $	$ \delta_{min} $
...1	1	1	1	$2^5 + 9^5 = 32 + 59049 = 59081$ $3^5 + 8^5 = 243 + 32768 = 33011$ $4^5 + 7^5 = 1024 + 16807 = 17831$ $5^5 + 6^5 = 3125 + 7776 = 10901$ $1^5 + 10^5 = 1 + 10^5 = 10001$	$1 - 59081 = -59080$ $1 - 33011 = -33010$ $1 - 17831 = -17830$ $1 - 10901 = -10900$ $1 - 10001 = -10000$	10000 0
...2	2	2	32	$1^5 + 1^5 = 1 + 1 = 2$ $2^5 + 10^5 = 1 + 100000 = 100032$ $3^5 + 9^5 = 243 + 59049 = 59282$ $4^5 + 8^5 = 1024 + 32768 = 33792$ $5^5 + 7^5 = 3125 + 16807 = 19932$ $6^5 + 6^5 = 7776 + 7776 = 15552$	$32 - 2 = 30$ $32 - 100032 = -100000$ $32 - 59282 = -59250$ $32 - 33792 = -33760$ $32 - 19 - 32 = -19900$ $32 - 15552 = -15520$	30

...3	3	3	243	$1^5+2^5=1+32=33$ $3^5+10^5=243+10^5=100243$ $4^5+9^5=1024+59049=60073$ $5^5+8^5=3125+32768=35893$ $6^5+7^5=7776+16807=24583$	$243-33=210$ $243-100243=-100000$ $243-60073=-59830$ $243-35893=-35650$ $243-24583=-24340$	210
...4	4	4	1024	$1^5+3^5=1+243=244$ $5^5+9^5=3125+59049=62174$ $6^5+8^5=7776+32768=40544$ $7^5+7^5=2\cdot 16807=33614$	$1024-244=780$ $1024-62174=-61150$ $1024-40544=-39520$ $1024-33614=-32590$	780
...5	5	5	3125	$1^5+4^5=1+1024=1025$ $2^5+3^5=32+243=275$ $6^5+9^5=7776+59049=66825$ $7^5+8^5=16807+32768=49575$	$3125-1025=2100$ $3125-275=2850$ $3125-66825=-62700$ $3125-49575=-46450$	2100
...6	6	6	7776	$1^5+5^5=1+3125=3126$ $2^5+4^5=32+1024=1056$ $7^5+9^5=16807+59049=75856$ $3^5+3^5=243+243=486$ $8^5+8^5=32768\cdot 2=65536$	$7776-3126=4650$ $7776-1056=6720$ $7776-75856=-68080$ $7776-486=7690$ $7776-65536=-57760$	4650
...7	7	7	16807	$1^5+6^5=1+7776=7777$ $2^5+5^5=32+3125=3157$ $3^5+4^5=243+1024=1267$ $8^5+9^5=32768+59049=91817$	$16807-7777=9030$ $16807-3157=13650$ $16807-1267=15540$ $16807-91817=-75010$	9030
...8	8	8	32768	$1^5+7^5=1+16807=16808$ $2^5+6^5=32+7776=7808$ $3^5+5^5=243+3125=3368$ $4^5+4^5=1024+1024=2048$	$32768-16808=15960$ $32768-7808=24960$ $32768-3368=29400$ $32768-2048=30720$	15960
...9	9	9	59049	$1^5+8^5=1+32768=32769$ $2^5+7^5=32+16807=16839$ $3^5+6^5=243+7776=8019$ $4^5+5^5=1024+3125=4149$	$59049-32769=36280$ $59049-16839=42210$ $59049-8019=51030$ $59049-4149=54900$	36280
...0	0	0	100000	$1^5+9^5=1+59049=59050$ $2^5+8^5=32+32768=32800$ $3^5+7^5=243+16807=17050$ $4^5+6^5=1024+7776=8800$ $5^5+5^5=3125+3125=62500$	$100000-59050=40950$ $100000-32800=67200$ $100000-17050=82950$ $100000-8800=91200$ $100000-62500=37500$	40950

Table 3

Power $n_2 = 2 + 4m$; where $m = 1 \div \infty$; $x > z \geq y$, $x^{2+4m} \neq y^{2+4m} + z^{2+4m}$; $\delta = x^{2+4m} - (y^{2+4m} + z^{2+4m})$; $|\delta| \geq |\delta_{min}|$

Number x, y, z	LND x, y, z	LSD x, y, z	x^{2+4m} y^{2+4m} z^{2+4m}	$y^{2+4m} + z^{2+4m}$	$ \delta = x^{2+4m} - (y^{2+4m} + z^{2+4m}) $	$ \delta_{min} \leq \delta $
...1	1	1	1	$4^6+5^6=4096+15625=19721$ $5^6+6^6=15625+46656=62281$ $9^6+10^6=1531441$	$1-19721=-19720$ $1-62281=-62280$ $1-1531441=-1531440$	19720
...2	2	4	64	$3^6+5^6=729+15625=16354$ $5^6+7^6=15625+117649=133274$ $8^6+10^6=1262144$	$64-16354=-16290$ $64-133274=-133210$ $64-1262144=-1262080$	16290
...3	3	9	729	$2^6+5^6=64+15625=15689$ $5^6+8^6=15625+262144=277769$ $7^6+10^6=1117649$	$729-15689=-14960$ $729-277769=-277040$ $729-1117649=-11175920$	14960
...4	4	6	4096	$5^6+9^6=15625+531441=547066$ $1^6+5^6=1+15625=15626$	$4096-547066=-542970$ $4096-15626=-11530$	11530
...5	5	5	15625	$1^6+2^6=1+64=65$ $3^6+4^6=729+4096=4825$ $1^6+8^6=1+262144=262145$ $8^6+9^6=262144+531441=793585$	$15625-65=15560$ $15625-4825=10800$ $15625-262145=-246520$ $15625-793585=-777960$	10800

...6	6	6	46656	$1^6+5^6=1+15625=15626$ $5^6+9^6=15625+531441=547066$ $4^6+10^6=4096+10^6=1004096$	$46656-15626=31030$ $46656-547066=-500410$ $46656-1004096=-957440$	31030
...7	7	9	117649	$2^6+5^6=64+15625=15689$ $3^6+10^6=1000729$ $5^6+8^6=15625+262144=277769$	$117649-15689=101960$ $117649-1000729=-883080$ $117649-277769=-160120$	101960
...8	8	4	262144	$3^6+5^6=729+15625=16354$ $5^6+7^6=15625+117649=133274$ $2^6+10^6=1000064$	$262144-16354=245790$ $262144-133274=128870$ $262144-1000064=-737920$	128870
...9	9	1	531441	$4^6+5^6=4096+15625=19721$ $5^6+6^6=15625+46656=62281$ $1^6+10^6=1000001$	$531441-19721=511720$ $531441-62281=46916$ $531441-1000001=-468560$	46916
...0	0	0	10^6	$1^6+3^6=730$ $2^6+4^6=64+4096=4160$ $1^6+7^6=117650$ $4^6+8^6=4096+262144=266240$ $3^6+9^6=729+531441=532170$ $7^6+9^6=117649+531441=649090$ $6^6+8^6=46656+262144=308800$	$10^6-730=999270$ $10^6-4160=995840$ $10^6-117650=882350$ $10^6-266240=73376$ $10^6-532170=467830$ $10^6-649090=350910$ $10^6-308800=691200$	350910

Table 4

Power n_3 ; $x^{3+4m} \neq y^{3+4m} + z^{3+4m}$, $n_3 = 3+4m$, where $m = 0 \div \infty$ $x > z \geq y$; $\delta = x^{3+4m} - y^{3+4m} - z^{3+4m}$; $|\delta| \geq |\delta_{min}|$

Number x, y, z	LND x, y, z	LSD x, y, z	$\frac{x^{3+4m}}{y^{3+4m} z^{3+4m}}$	$y^{3+4m} + z^{3+4m}$	$ \delta = x^{3+4m} - (y^{3+4m} + z^{3+4m}) $	$ \delta_{min} \leq \delta $
...1	1	1	1	$3^3+4^3=27+64=91$ $5^3+6^3=125+216=341$ $2^3+7^3=8+343=351$ $8^3+9^3=512+729=1241$	$1-91=-90$ $1-341=-340$ $1-351=-350$ $1-1241=-1240$	90
...2	2	8	8	$1^3+3^3=1+27=28$ $5^3+7^3=125+343=468$ $6^3+8^3=216+512=728$	$8-28=-20$ $8-468=-460$ $8-728=-720$	20
...3	3	7	27	$1^3+6^3=1+216=217$ $4^3+7^3=64+343=407$ $5^3+8^3=125+512=637$	$27-217=-190$ $27-407=-380$ $27-637=-610$	190
...4	4	4	64	$2^3+6^3=8+216=224$ $1^3+7^3=1+343=344$ $5^3+9^3=125+729=854$	$64-224=-160$ $64-344=-280$ $64-854=-790$	160
...5	5	5	125	$1^3+4^3=1+64=65$ $2^3+3^3=8+27=35$ $7^3+8^3=343+512=855$ $6^3+9^3=216+729$	$125-65=60$ $125-35=90$ $125-855=-730$ $125-945=-820$	60
...6	6	6	216	$1^3+5^3=1+125=126$ $4^3+8^3=64+512=576$	$216-126=90$ $216-576=-360$	90
...7	7	3	343	$2^3+5^3=8+125=133$ $3^3+6^3=27+216=243$ $4^3+9^3=64+729=793$	$343-133=210$ $343-243=100$ $343-793=-450$	100
...8	8	2	512	$2^3+4^3=8+64=72$ $3^3+5^3=27+125=152$ $7^3+9^3=343+729=1072$	$512-72=440$ $512-152=360$ $512-1072=-560$	360

...9	9	9	729	$1^3+2^3=1+8=9$ $4^3+5^3=64+125=189$ $6^3+7^3=216+343=559$ $3^3+8^3=27+512=539$	$729-9=720$ $729-189=540$ $729-559=170$ $729-539=190$	170
...0	0	0	1000	$1^3+9^3=1+729=730$ $2^3+8^3=8+512=520$ $3^3+7^3=27+343=370$ $4^3+6^3=64+216=280$ $5^3+5^3=125+125=250$	$1000-730=270$ $1000-520=480$ $1000-370=630$ $1000-280=720$ $1000-250=750$	270

Table 5

Power $n_4 = 4 + 4m$, where $m = 0 \div \infty$; $x > z \geq y$; $x^{4+4m} \neq y^{4+4m} + z^{4+4m}$ $\delta = x^{4+4m} - y^{4+4m} - z^{4+4m}$; $|\delta| \geq |\delta_{\min}|$

Number x, y, z	LND x, y, z	LSD x, y, z	x^{4+4m} y^{4+4m} z^{4+4m}	$y^{4+4m} + z^{4+4m}$	$ \delta = x^{4+4m} - (y^{4+4m} + z^{4+4m}) $	$ \delta_{\min} \leq \delta $
...1	1	1	1	$2^4+5^4=16+625=641$ $4^4+5^4=256+625=881$ $5^4+6^4=625+1296=1921$ $5^4+8^4=625+4096=4721$	$1-641=-640$ $1-881=-880$ $1-1921=-1920$ $1-4721=-4720$	640
...2	2	6	16	$1^4+5^4=1+625=626$ $5^4+7^4=625+2401=3026$ $5^4+9^4=625+6561=7186$	$16-626=-610$ $16-3026=-3010$ $16-7186=-7170$	610
...3	3	1	81	$1^4+10^4=1+10^4=1001$ $4^4+5^4=256+625=881$ $5^4+6^4=625+1296=1921$ $7^4+10^4=2401+10000=12401$ $5^4+8^4=625+4096=4721$ $9^4+10^4=6561+10^4=16561$	$81-1001=-920$ $81-881=-800$ $81-1921=-1840$ $81-12401=-12320$ $81-4721=-4640$ $81-16561=-16480$	800
...4	4	6	256	$1^4+5^4=1+625=626$ $2^4+10^4=16+10^4=10016$ $3^4+5^4=81+625=706$ $5^4+7^4=625+2401=3026$ $5^4+9^4=625+6561=7186$ $4^4+10^4=256+10^4=10256$	$256-626=-370$ $256-10016=-9760$ $256-706=-450$ $256-3026=-2770$ $256-7186=-6930$ $256-10256=-10000$	370
...5	5	5	625	$5^4+10^4=625+10000=10625$	$625-10625=-10000$	10000
...6	6	6	1296	$3^4+5^4=81+625=706$ $5^4+9^4=625+6561=7186$ $4^4+10^4=256+10^4=10256$ $8^4+10^4=4096+10^4=14096$	$1296-706=590$ $1296-7186=-5890$ $1296-10256=-8960$ $1296-14096=-12800$	590
...7	7	1	2401	$2^4+5^4=16+625=641$ $4^4+5^4=256+625=881$ $1^4+10^4=10001$ $3^4+10^4=81+10^4=10081$	$2401-641=1760$ $2401-881=1560$ $2401-10001=-7600$ $2401-10081=-7680$	1560
...8	8	6	4096	$5^4+7^4=625+2401=3026$ $3^4+5^4=81+625=706$ $1^4+5^4=1+625=626$ $5^4+9^4=625+6561=7186$ $6^4+10^4=1296+10^4=11296$ $2^4+10^4=16+10^4=10016$	$4096-3026=1070$ $4096-706=3390$ $4096-626=3470$ $4096-7186=-3090$ $4096-11296=-7200$ $4096-10016=-5920$	1070
...9	9	1	6561	$2^4+5^4=16+625=641$ $4^4+5^4=256+625=881$ $5^4+8^4=625+4096=4721$ $9^4+10^4=6561+10^4=16561$	$6561-641=5920$ $6561-881=5720$ $6561-4721=1840$ $6561-16561=-10000$	1840
...0	0	0	10000	$2 \cdot 5^4=2 \cdot 625=1250$	$10000-1250=8750$	

Tables 2÷5 represent only those numbers in which the last digit of the number x^n coincides with the last digit of the sum of numbers ($y^n + z^n$).

In the tables 2÷5 in each of the powers n^{i+4} ($i = 1 \div 4$) there are several values of numbers, where the last digit of the difference $\underline{\delta}$ is zero.

Table 6 contains only those values of numbers x^n and $(y^n + z^n)$ in which their difference δ that has a minimum value $|\delta_{\min}| > 0$.

Table 6

Summarized table of numbers with the same values of the last digits and the minimum difference between the numbers x^n and $(y^n + z^n)$ from the analysis of Table 1÷5.

Formulas $n_1=1+4m$, where $m = 1,2 \dots \div \infty$. $x > z \geq y$; $ \delta = \delta_{\min} $; $\delta_{\min} = x^{n_1} - (y^{n_1} + z^{n_1})$; $0 < x \leq \infty$		Formulas $n_2=2+4m$, where $m = 1,2,3 \dots \div \infty$. $x > z \geq y$; $ \delta = \delta_{\min} $; $\delta_{\min} = x^{n_2} - (y^{n_2} + z^{n_2})$; $0 < x \leq \infty$	
№ i/n	$x^{n_1} \neq y^{n_1} + z^{n_1}$	№ i/n	$x^{n_2} \neq y^{n_2} + z^{n_2}$
1	$\dots 1^{n_1} \neq \dots 1^{n_1} + \dots 0^{n_1}$	1	$\dots 1^{n_2} \neq 9^{n_2} + \dots 0^{n_2}$
2	$\dots 2^{n_1} \neq \dots 1^{n_1} + \dots 1^{n_1}$	2	$\dots 2^{n_2} \neq 8^{n_2} + \dots 0^{n_2}$
3	$\dots 3^{n_1} \neq \dots 1^{n_1} + \dots 2^{n_1}$	3	$\dots 3^{n_2} \neq 7^{n_2} + \dots 0^{n_2}$
4	$\dots 4^{n_1} \neq \dots 1^{n_1} + \dots 3^{n_1}$	4	$\dots 4^{n_2} \neq 6^{n_2} + \dots 0^{n_2}$
5	$\dots 5^{n_1} \neq \dots 1^{n_1} + \dots 4^{n_1}$	5	$\dots 5^{n_2} \neq 3^{n_2} + \dots 4^{n_2}$
6	$\dots 6^{n_1} \neq \dots 1^{n_1} + \dots 5^{n_1}$	6	$\dots 6^{n_2} \neq 1^{n_2} + \dots 5^{n_2}$
7	$\dots 7^{n_1} \neq \dots 1^{n_1} + \dots 6^{n_1}$	7	$\dots 7^{n_2} \neq 2^{n_2} + \dots 5^{n_2}$
8	$\dots 8^{n_1} \neq \dots 1^{n_1} + \dots 7^{n_1}$	8	$\dots 8^{n_2} \neq 5^{n_2} + \dots 7^{n_2}$
9	$\dots 9^{n_1} \neq \dots 1^{n_1} + \dots 8^{n_1}$	9	$\dots 9^{n_2} \neq 5^{n_2} + \dots 6^{n_2}$
10	$\dots 0^{n_1} \neq \dots 1^{n_1} + \dots 9^{n_1}$	10	$\dots 0^{n_2} \neq 7^{n_2} + \dots 9^{n_2}$
Formulas $n_3=3+4m$, where $m = 0,1,2 \dots \div \infty$. $x > z \geq y$; $ \delta = \delta_{\min} $; $\delta_{\min} = x^{n_3} - (y^{n_3} + z^{n_3})$; $0 < x \leq \infty$		Formulas $n_4=4+4m$, where $m = 0,1,2 \dots \div \infty$. $x > z \geq y$; $ \delta = \delta_{\min} $; $\delta_{\min} = x^{n_4} - (y^{n_4} + z^{n_4})$; $0 < x \leq \infty$	
№ i/n	$x^{n_3} \neq y^{n_3} + z^{n_3}$	№ i/n	$x^{n_4} \neq y^{n_4} + z^{n_4}$
1	$\dots 1^{n_3} \neq \dots 3^{n_3} + \dots 4^{n_3}$	1	$\dots 1^{n_4} \neq \dots 2^{n_4} + \dots 5^{n_4}$
2	$\dots 2^{n_3} \neq \dots 1^{n_3} + \dots 3^{n_3}$	2	$\dots 2^{n_4} \neq \dots 1^{n_4} + \dots 5^{n_4}$
3	$\dots 3^{n_3} \neq \dots 1^{n_3} + \dots 6^{n_3}$	3	$\dots 3^{n_4} \neq \dots 4^{n_4} + \dots 5^{n_4}$
4	$\dots 4^{n_3} \neq \dots 2^{n_3} + \dots 6^{n_3}$	4	$\dots 4^{n_4} \neq \dots 1^{n_4} + \dots 5^{n_4}$
5	$\dots 5^{n_3} \neq \dots 1^{n_3} + \dots 4^{n_3}$	5	$\dots 5^{n_4} \neq \dots 5^{n_4} + \dots 0^{n_4}$
6	$\dots 6^{n_3} \neq \dots 1^{n_3} + \dots 5^{n_3}$	6	$\dots 6^{n_4} \neq \dots 3^{n_4} + \dots 5^{n_4}$
7	$\dots 7^{n_3} \neq \dots 3^{n_3} + \dots 6^{n_3}$	7	$\dots 7^{n_4} \neq \dots 4^{n_4} + \dots 5^{n_4}$
8	$\dots 8^{n_3} \neq \dots 3^{n_3} + \dots 5^{n_3}$	8	$\dots 8^{n_4} \neq \dots 7^{n_4} + \dots 5^{n_4}$
9	$\dots 9^{n_3} \neq \dots 6^{n_3} + \dots 7^{n_3}$	9	$\dots 9^{n_4} \neq \dots 8^{n_4} + \dots 5^{n_4}$
10	$\dots 0^{n_3} \neq \dots 1^{n_3} + \dots 9^{n_3}$	10	$\dots 0^{n_4} \neq \dots 5^{n_4} + \dots 5^{n_4}$

The analysis of calculation results given in tables 2÷ 6 is performed.

1. We consider power $n_1 = 1+4m$ and numbers x^{1+4m} , $y^{1+4m}z^{1+4m}$ where $x > z \geq y$, $m = 1 \dots \infty$. Numbers x, y, z are taken in accordance with Table 6, the last digit of the number x^{1+4m} being equal to the last digit of the sum of numbers $(y^{1+4m} + z^{1+4m})$. All other numbers will have a difference $\delta > |\delta_{\min}|$ or last digits of the number x^{1+4m} and the sums of the numbers $(y^{1+4m} + z^{1+4m})$ will be different.

$$x^{1+4m} = y^{1+4m} + z^{1+4m} \quad (2)$$

Equation (2) is represented as

$$xx^{4m} = yy^{4m} + zz^{4m} \quad (3)$$

In the right part of the equation (3), the value z^{4m} is put outside the brackets

$$xx^{4m} = z^{4m} \left(\frac{y^{4m}}{z^{4m}} y + z \right). \quad (4)$$

In the equation (4), the value $x > \left(\frac{y^{4m}}{z^{4m}} y + z \right)$, and the value x^{4m} is greater than z^{4m} ($x^{4m} > z^{4m}$), as far as $x > z$.

Hence, $x^{4m} > z^{4m} \left(\frac{y^{4m}}{z^{4m}} y + z \right)$, and their difference $|\delta_{min}| = x^{1+4m} - (y^{1+4m} + z^{1+4m}) > 0$.

Thus, when $x > z \geq y, m = 1 \dots \infty$, the equation (2) can be written in the form

$$x^{1+4m} \neq y^{1+4m} + z^{1+4m}. \quad (5)$$

2. The power $n_2=2+4m$ is considered, as well as the numbers $x^{2+4m}, y^{2+4m}, z^{2+4m}$, ($x > z \geq y, m = 1 \dots \infty$). The numbers x, y, z are taken according to Table 6 for $n_2=2+4m$ to make the last digit of the number x^{2+4m} equal to the last digit of the sum of the numbers $(y^{2+4m} + z^{2+4m})$. All remaining numbers will have the difference $|\delta| > |\delta_{min}|$ or the last digits of the number x^{2+4m} and the sum of the numbers $(y^{2+4m} + z^{2+4m})$ will be different.

$$x^{2+4m} = y^{2+4m} + z^{2+4m} \quad (6)$$

The equation (2) is represented as

$$x^2 x^{4m} = y^2 y^{4m} + z^2 z^{4m} \quad (7)$$

In the right part of the equation (7) the value z^{4m} is put outside the brackets.

$$x^2 x^{4m} = z^{4m} \left(\frac{y^{4m}}{z^{4m}} y^2 + z^2 \right). \quad (8)$$

In the equation (8) the value $x^2 > \left(\frac{y^{4m}}{z^{4m}} y^2 + z^2 \right)$, and the value $x^{4m} > z^{4m}$ as far as $x > z$.

Hence, $x^2 x^{4m} > z^{4m} \left(\frac{y^{4m}}{z^{4m}} y^2 + z^2 \right)$ and their difference $|\delta_{min}| = x^{2+4m} - (y^{2+4m} + z^{2+4m}) > 0$.

Thus, when $x > z \geq y, m = 1 \dots \infty$, and the equation (6) can be written as

$$x^{2+4m} \neq y^{2+4m} + z^{2+4m} \quad (9)$$

3. We consider the power $n_3=3+4m$, as well as the numbers $x^{3+4m}, y^{3+4m}, z^{3+4m}$ ($x > z \geq y; m = 0 \dots \infty; x = 1 \dots \infty, y = 1 \dots \infty, z = 1 \dots \infty$).

The numbers x, y, z are taken according to Table 6 for the power $n_3=3+4m$, the last digit of the number x^{3+4m} being equal to the last digit of the sum of the numbers $(y^{3+4m} + z^{3+4m})$. All the other number will have the difference $|\delta| > |\delta_{min}|$ or the last digits of the number x^{3+4m} and the sum of the numbers $(y^{3+4m} + z^{3+4m})$ will be different.

$$x^{3+4m} = y^{3+4m} + z^{3+4m} \quad (10)$$

The equation (10) is represented as

$$x^3 x^{4m} = y^3 y^{4m} + z^3 z^{4m} \quad (11)$$

In the right part of the equation (11) the value z^{4m} is put outside the brackets

$$x^3 x^{4m} = z^{4m} \left(\frac{y^{4m}}{z^{4m}} y^3 + z^3 \right) \quad (12)$$

In the equation (12) in accordance with Table 6, the value $x^3 > \left(\frac{y^{4m}}{z^{4m}} y^3 + z^3 \right)$, and the value $x^{4m} > z^{4m}$, as far as $x > z$.

Hence, $x^3 x^{4m} > z^{4m} \left(\frac{y^{4m}}{z^{4m}} y^3 + z^3 \right)$, and their difference $|\delta_{min}| = x^{3+4m} - (y^{3+4m} + z^{3+4m}) > 0$.

Thus, when $x > z \geq y, m = 0 \dots \infty$, the equation (10) can be written as

$$x^{3+4m} \neq y^{3+4m} + z^{3+4m} \quad (13)$$

4. The power $n_4 = 4+4m$ is considered, as well as the numbers $x^{4+4m}, y^{4+4m}, z^{4+4m}$ ($x > z \geq y; m = 0 \dots \infty; x = 1 \dots \infty, y = 1 \dots \infty, z = 1 \dots \infty$).

The numbers x, y, z are taken according to Table 6 for the power $n_4=4+4m$, the last digit of the number x^{4+4m} being equal to the last digit of the sum of the numbers $(y^{4+4m} + z^{4+4m})$. All the other numbers will have the difference $|\delta| > |\delta_{min}|$ or the last digits of the number x^{4+4m} and the sum of the numbers $(y^{4+4m} + z^{4+4m})$ will be different.

$$x^{4+4m} = y^{4+4m} + z^{4+4m} \quad (14)$$

The equation (14) is represented as

$$x^4 x^{4m} = y y^{4m} + z^4 z^{4m} \quad (15)$$

In the right part of the equation (15), the value z^{4m} is put outside the brackets

$$x^4 x^{4m} = z^{4m} \left(\frac{y^{4m}}{z^{4m}} y^4 + z^4 \right) \quad (16)$$

In the equation (16) in accordance with Table 6, the value $x^4 > \left(\frac{y^{4m}}{z^{4m}} y^4 + z^4 \right)$, and the value $x^{4m} > z^{4m}$, as far as $x > z$.

Hence, $x^4 x^{4m} > z^{4m} \left(\frac{y^{4m}}{z^{4m}} y^4 + z^4 \right)$, and their difference $|\delta_{min}| = x^{4+4m} - (y^{4+4m} + z^{4+4m}) > 0$.

Thus, when $x > z \geq y$, $m = 0 \dots \infty$, and the equation (14) can be written as

$$x^{4+4m} \neq y^{4+4m} + z^{4+4m} \quad (14)$$

As the tables 1 ÷ 6 show, any power $n = 1 \dots \infty$ can be expressed through four powers $n_1 = 1 + 4m$; $n_2 = 2 + 4m$; $n_3 = 3 + 4m$; $n_4 = 4 + 4m$, where $m = 0 \dots \infty$.

The number x^n can be equal to the sum of numbers $(y^n + z^n)$ only when $n \leq 2$. When $n = 3 \dots \infty$, there can be no equality of numbers x^n and $(y^n + z^n)$, i.e. $x^n \neq y^n + z^n$ when $n = 3 \dots \infty$.

Thus, for any values of numbers $x = 1 \dots \infty$, $y = 1 \dots \infty$, $z = 1 \dots \infty$ and the power $n = 3 \dots \infty$, there can be no equality between x^n and the sum $(y^n + z^n)$, i.e. $x^n \neq y^n + z^n$. (15)

Additional data analysis of Table 6 is performed.

1. The values of the power are considered $n_1 = 1 + 4m$.

The right parts of all ten values in the first power are equal to the left part in the first power, i.e. $x = y + z$. If the left part is replaced by its value, then we arrive at $(y + z)^{n_1} \neq y^{n_1} + z^{n_1}$, or $x^{n_1} \neq y^{n_1} + z^{n_1}$, which is the same.

Thus, the value x^{1+4m} cannot be equal to the sum $(y^{1+4m} + z^{1+4m})$ in the range of $1 \leq m \leq \infty$.

2. The values of the power are considered $n_2 = 2 + 4m$.

The value x of the first two numbers is greater than the sum $(y + z)$ in the first power. If the value x is represented as $x = y + z + d$, then the right and left parts of these two numbers can be written as $(y + z + d)^{n_2} \neq y^{n_2} + z^{n_2}$ or $x^{n_2} \neq y^{n_2} + z^{n_2}$, which is the same.

The value x^6 of the third, fourth and fifth numbers is much greater than the sum $(y^6 + z^6)$, so an increase of $\underline{m}$ leads to an increase of $\underline{\delta}$, i.e. the difference of x^{2+4m} and $(y^{2+4m} + z^{2+4m})$.

Thus, the value x^{2+4m} of the third, fourth, fifth numbers can not be equal to the sum $(y^{2+4m} + z^{2+4m})$ in the range of $1 \leq m \leq \infty$.

The right parts of numbers from the sixth to the tenth are equal to the left parts in the first power, i.e. $x = y + z$.

Therefore, if instead of x we substitute its value in the left part, we arrive at $(y + z)^{n_2} \neq y^{n_2} + z^{n_2}$ or $x^{2+4m} \neq y^{2+4m} + z^{2+4m}$, which is the same.

Thus, the value x^{2+4m} cannot be equal to the sum $(y^{2+4m} + z^{2+4m})$ in the range of $1 \leq m \leq \infty$.

3. The values of the power $n_3 = 3 + 4m$ are considered.

The value x of the first number is greater than the sum $(y + z)$ in the first power. If the value x is represented as $x = y + z + d$, then the right and left part of this inequality can be written as $(y + z + d)^{n_3} \neq y^{n_3} + z^{n_3}$ or $x^{n_3} \neq y^{n_3} + z^{n_3}$.

The value x^3 of the second, third, and fourth numbers is much greater than the sum $(y^3 + z^3)$, so an increase of $\underline{m}$ leads to an increase of $\underline{\delta}$, i.e. the difference of x^{3+4m} and $(y^{3+4m} + z^{3+4m})$.

The left parts of numbers from the fifth to the tenth are equal to the right parts in the first power, i.e. $x = y + z$.

If instead of the quantity x in the left part we substitute its value, we arrive at $(y + z)^{n_3} \neq y^{n_3} + z^{n_3}$ or $x^{n_3} \neq y^{n_3} + z^{n_3}$.

Thus, the value x^{3+4m} cannot be equal to the sum $(y^{3+4m} + z^{3+4m})$ in the range of $0 \leq m \leq \infty$.

4. The values of the power $n_4 = 4 + 4m$ are considered.

The value x of the first three numbers is greater than the sum $(y + z)$ in the first power. If the value x is represented as $x = y + z + d$, then the right and left parts of these three numbers can be written as $(y + z + d)^{n_4} \neq y^{n_4} + z^{n_4}$ or $x^{n_4} \neq y^{n_4} + z^{n_4}$.

The value x^4 of the first, second, third, and fourth numbers is much greater than the sum $(y^4 + z^4)$, so an increase of $\underline{m}$ leads to an increase of $\underline{\delta}$, i.e. the difference of x^{4+4m} and $(y^{4+4m} + z^{4+4m})$.

Thus, the value x^{4+4m} of the first, second, third, and fourth numbers cannot be equal to the sum $(y^{4+4m} + z^{4+4m})$ in the range of $0 \leq m \leq \infty$.

The left parts of numbers from the fifth to the tenth are equal to the right parts in the first power, i. e. $x = y + z$.

Hence, if in the left part instead of the quantity x we substitute its value, we arrive at $(y + z)^{n_4} \neq y^{n_4} + z^{n_4}$ or $x^{4+4m} \neq y^{4+4m} + z^{4+4m}$.

Thus, the value x^{4+4m} cannot be equal to the sum $(y^{4+4m} + z^{4+4m})$ in the range of $0 \leq m \leq \infty$.

The number x^n can be equal to the sum of numbers $(y^n + z^n)$ only when $n \leq 2$. When $n = 3 \dots \infty$, there can be no equality of numbers x^n and $(y^n + z^n)$, i.e. $x^n \neq (y^n + z^n)$ when $n = 3 \dots \infty$.

Thus, for any values of the numbers $x = 0 \dots 9, y = 0 \dots 9, z = 0 \dots 9$ and power $n = 3 \dots \infty$, there can be no equality between x^n and $(y^n + z^n)$, i.e. $x^n \neq y^n + z^n$. (17)

The equation

$$x^n \neq y^n + z^n \quad (17)$$

holds in the range of $0 \leq x \leq 9$ for values of the power $n[7]$. When $10 \leq x \leq \infty$, there may be doubts about the validity of the equation (17).

To verify the equation (17) in the range of $10 \leq x \leq \infty$ for the powers $3 \leq n \leq \infty$, a calculation technique is compiled.

Calculation technique.

Initial data for calculation:

One of the values $i = 1 \dots 4$ is selected;

- $0 \leq m \leq \infty$;
- $3 \leq n \leq \infty$;
- $N \frac{n}{n} = 1 \dots \infty$;
- $x > z; z \geq y; x, y, z$ are the values according to Table 6.

Calculation procedure.

1. The value x^n is determined, where $n =: n_{i+4m}$.
2. The logarithm lgx^n is found,
1. The value y^n is determined, where $n =: n_{i+4m}$.
4. The value z^n is a maximum possible, i. e. $z^n = z_{max}^n (z_{max}^n \leq x^n)$, where $n =: n_{i+4m}$,
5. The difference between the left and right parts of the equation (1) is determined $\delta = [x^n - (y^n + z^n)]$, where $n =: n_{i+4m}$.

The value σ is found for certain values x^n and z_{max}^n for different values of the quantity y^n , which varies from the minimum value to the value such that $\delta = (+\delta_{min})$. For the next higher value y^n , the value δ equals to $= (-\sigma_{min})$.

Value $\delta = (+\delta_{min})$ exists at $y_j^n = y_{max}^n$.

Substitution of the following value

$$y_{j+1}^n > y_j^n$$

(Table 6) results in the negative value δ , i. e.

$$\delta = (-\delta_{min}) = [x^n - (y_{j+1}^n + z_{max}^n)] < 0.$$

6. The value $y_j^n = y_{max}^n$ is determined at which

$$\delta = (+\delta_{min}) = [x^n - (y_j^n + z_{max}^n)] > 0.$$

Substitution of the following value

$$y_{j+1}^n > y_j^n \text{ (Table 6)}$$

results in the negative value σ , i.e.

$$\delta = (-\delta_{min}) = [x^n - (y_{j+1}^n + z_{max}^n)] < 0.$$

8. The difference between the values is determined

$(+\delta_{min})$ and $(-\delta_{min})$

$$\Delta = (+\delta_{min}) - (-\delta_{min}).$$

9. The logarithm of the value Δ is found

$$\lg \Delta = \lg [(+\delta_{min}) - (-\delta_{min})].$$

An example of the calculation using the above mentioned technique is shown in Table 7. According to Table 7 a graph $\lg \delta = f(x^n)$ is constructed where $n =: n_{i+4m}$ (Fig.1). Figure 1 shows a saw-toothed value $(+\delta_{min})$, i.e. it periodically decreases and increases. All values $\lg[(+\delta_{min})_{max}]$ are approximated by a single line. This line is a straight line, its equation having the form:

$$a_{i \max} = \frac{\lg[(+\delta_{min})_{max}]_{j+1} - \lg[(+\delta_{min})_{max}]_j}{\lg x_{j+1}^n - \lg x_j^n} \quad (18)$$

For the initial data (Fig.1) ($i = 3; m = 0; N^0 = 5; n_i = 3$) we deduct

$$a_{3 \max} = \frac{6.25 - 2.70}{9.8 - 3.6} = \frac{3.55}{6.2} = 0.572 \quad (19)$$

Formula (18) can be converted to the form

$$\lg[(+\delta_{min})_{max}]_{j+1} = \lg[(+\delta_{min})_{max}]_j + a_{i \max} (\lg x_{j+1}^n - \lg x_j^n), \quad (18')$$

wherein it is clear that $(+\delta_{min})_{max} \rightarrow \infty$ when $x^n \rightarrow \infty$.

All values $\lg[(+\delta_{min})_{max}]$ are also approximated by a single line (Fig.1). This line is a straight line, its equation having the form:

$$a_{i \min} = \frac{\lg[(+\delta_{min})_{min}]_{j+1} - \lg[(+\delta_{min})_{min}]_j}{\lg x_{j+1}^n - \lg x_j^n} \quad (20)$$

For the initial data (Fig.1) ($i = 3; m = 0; N^0 = 5; n_i = 3$) we deduct

$$a_{3 \min} = \frac{4.65 - 2.60}{9.9 - 4.2} = \frac{2.05}{5.7} = 0.36$$

The equation (20) is transformed to the form

$$\lg[(+\delta_{min})_{min}]_{j+1} = \lg[(+\delta_{min})_{min}]_j + a_{i \min} (\lg x_{j+1}^n - \lg x_j^n), \quad (20')$$

where $n =: n_{i+4m}$

The equation (20') shows that when $x^n \rightarrow \infty$, the value $(+\delta_{min})_{min} \rightarrow \infty$ (Fig.1).

The value $(-\delta_{min})$ also is saw-toothed, i.e. it periodically increases and decreases with the growth of the value x^n . All values $\lg[(-\delta_{min})_{max}]$ are approximated by a single line (straight line), its equation having the form:

$$a_{i \max} = \frac{\lg[(-\delta_{min})_{max}]_{j+1} - \lg[(-\delta_{min})_{max}]_j}{\lg x_{j+1}^n - \lg x_j^n} \quad (21)$$

$$\text{According to Fig.1 we deduct } a_{3 \max} = \frac{-6.3 - (-4.85)}{9.9 - 4.2} = 0.254$$

The equation (20) is transformed to the form

$$\lg[(-\delta_{\min})_{\max}]_{j+1} = \lg[(-\delta_{\min})_{\max}]_j + a_{i \max} (\lg x_{j+1}^n - \lg x_j^n), \quad (21')$$

wherein it is clear that $(-\delta_{\min})_{\max} \rightarrow (-\infty)$ when $x^n \rightarrow \infty$ (Fig. 1).

All values $\lg[(-\delta_{\min})_{\min}]$ (Fig. 1) are approximated by a straight line having the equation

$$a_{i \min} = \frac{\lg[(-\delta_{\min})_{\min}]_{j+1} - \lg[(-\delta_{\min})_{\min}]_j}{\lg x_{j+1}^n - \lg x_j^n} \quad (22)$$

According to Fig. 1 we deduct $a_{3 \min} = \frac{-5.5 - (-2.85)}{9.8 - 3.6} = \frac{-2.65}{6.2} = -0.427$

The equation (22) is transformed to the form

$$\lg[(-\delta_{\min})_{\min}]_{j+1} = \lg[(-\delta_{\min})_{\min}]_j + a_{i \min} (\lg x_{j+1}^n - \lg x_j^n), \quad (22')$$

wherein it is clear that $(-\delta_{\min})_{\min} \rightarrow (-\infty)$ when $x^n \rightarrow \infty$ (Fig. 1).

According to the calculation data, the graphs of the function $\lg \Delta = f(\lg x^n)$ are plotted for

$$n_1 = 1 + 4m; n_2 = 2 + 4m; n_3 = 3 + 4m; n_4 = 4 + 4m,$$

where $m = 0$ for $i = 3, 4$ and $m = 1$ for $i = 1, 2$.

All functions $\lg \Delta = f(\lg x^n)$ are approximated by straight lines (Fig. 2), i.e.

$$K_i = \frac{\lg \Delta_{j+1} - \lg \Delta_j}{\lg x_{j+1}^n - \lg x_j^n} \quad (23)$$

For the power $n = 3$ ($i = 3, m = 0$)

$$K_3 = \frac{5.8 - 5.0}{9.1 - 7.0} = \frac{0.8}{2.1} = 0.380$$

Power $n = 4$ ($i = 4, m = 0$)

$$K_4 = \frac{7.90 - 6.0}{9.40 - 7.04} = \frac{1.1}{2.36} = 0.465$$

Power $n = 5$ ($i = 1, m = 1$)

$$K_5 = \frac{8.30 - 7.60}{9.20 - 7.50} = \frac{0.70}{1.7} = 0.412$$

Power $n = 6$ ($i = 2, m = 1$)

$$K_6 = \frac{9.00 - 7.70}{9.40 - 7.02} = \frac{1.30}{2.38} = 0.546$$

The equation (23) is transformed to the form

$$\lg \Delta_{j+1} = \lg \Delta_j + K_i (\lg x_{j+1}^n - \lg x_j^n), \quad (23')$$

wherein it is clear that the value $\Delta^n \rightarrow \infty$ (Fig. 2).

For any quantities of values x, y, z the difference

$$x^n - (y^n + z^n) \neq 0, \quad (24)$$

Where $n = n_{i+4m}$ ($i = 1 \dots 4, 0 \leq m \leq \infty$).

Thus, an increase in the left part of the equation (17) leads to an increase in the difference between the left and right part of this equation when the last digits of the right and left parts coincide, i.e. $x^n \neq y^n + z^n$,

where $n = n_{i+4m}$ ($i = 1 \dots 4, 0 \leq m \leq \infty$).

Hence, Fermat's Last Theorem is proved.

Conclusion

Any number ends with a digit that has a value from zero to nine. The cyclicity for the change of the last digit of a number x when it is raised to an arbitrary power n is found. It is shown that the last digit of the number x is the same every fourth power. Thus, there is a repeatability of the last digit of the power every four powers. The same digits are for the powers $n_i(1; 5; 9; 13; 17; \dots; \infty)$;

$(2; 6; 10; 14; \dots; \infty); (3; 7; 11; 15; \dots; \infty); (4; 8; 12; 16; \dots; \infty)$.

Any power of the number x can be expressed by one of four values

$n \rightarrow n_i = i + 4m$, where $i = 1 \div 4, 0 \leq m \leq \infty$.

Based on the analysis of Tables 1÷5 the summarized Table 6 is compiled. This table gives the minimum value $(\delta_{\min})$, i. e. the difference of numbers x^{n_i} and $(y^{n_i} + z^{n_i})$ when raising them to any power n_i at $1 \leq x \leq 9$.

Analysis of Table 6 showed that an increase of the power at a constant value of the number x or change of the number x in the range from 1 to 9 at a constant power n_i lead to the growth of δ_{min} .

The growth of numbers x, y, z results in the difference $\delta_{min} = [x^n - (y^n + z^n)]$ that can be both positive ($+\delta_{min}$) and negative ($-\delta_{min}$) at $\rightarrow \infty, z \rightarrow \infty, 0 \leq y \leq z$ (Table 7). The formula of relation between Δ and x^n is found, i.e. $\Delta = f(x^n)$ or $lg\Delta_{j+1} = lg\Delta_j + K_i(lgx_{j+1}^n - lgx_j^n)$, where $K_i > 0$, and the difference between $(+\delta_{min})$ and $(-\delta_{min})$, i.e. $\Delta \rightarrow \infty$ at $x \rightarrow \infty$. Thus, it is deduced that for $x \rightarrow \infty$ and $n_i \rightarrow \infty$, the minimum difference between the number x^{n_i} and the sum of the numbers $(y^{n_i} + z^{n_i})$ tends to infinity, i.e. $(+\delta_{min}) \rightarrow +\infty$ and $(-\delta_{min}) \rightarrow -\infty$. The difference

$\Delta = [(+\delta_{min}) - (-\delta_{min})]$ also tends to infinity, i.e. $\Delta \rightarrow \infty$ when $x \rightarrow \infty$. Hence, $x^n \neq y^n + z^n$ $1 \leq x \leq \infty, z < x, y \leq z$ and $3 \leq n \leq \infty$.

Fermat's Last Theorem is proved.

Notation:

LND is the last digit of the number;

LDS is the last digit of the power.

Table 7

Calculation by the above mentioned technique Initial data: $i = 3; m = 0; n_3 = 3 + 4m = 3 + 4 \cdot 0 = 3; x^3 \neq y^3 + z^3 \rightarrow \dots 5^3 \neq 1^3 + \dots 4^3$

No i/n	$x^{n_{i+4m}}$	$lgx^{n_{i+4m}}$	$y^{n_{i+4m}}$	$z^{n_{i+4m}}$	$\delta = x^{n_{i+4m}} - (y^{n_{i+4m}} + z^{n_{i+4m}})$	$+\delta_{min}$	$-\delta_{min}$	$\Delta = +\delta_{min} - (-\delta_{min})$	$lg\Delta$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	$15^3=3375$	3.5283	$1^3=1$	$14^3=2744$	$3375 - (1+2744)=630$	+630		1330	3.1238
			$11^3=1331$	$14^3=2744$	$3375 - (1331+2744)=-700$		-700		

2	$35^3=42875$	4.6322	$11^3=13$ 31	$34^3=39304$	$42875-$ $(1331+39304)=2$ 240	+2240		7930	3.899 2
			$21^3=92$ 61	$34^3=39304$	$42875-$ $(9261+39304)$		-5690		
3	$65^3=27462$ 5	5.4387	$21^3=92$ 61	$64^3=26214$ 4	$274625-(9261-$ $262144)$	+3220		20530	4.324 5
			$31^3=29$ 791	$64^3=26214$ 4	$274625-$ $(2979+262144)$		- 17310		
4	$105^3=1157$ 625	6.0636	$31^3=29$ 791	$104^3=1124$ 864	$1157625-$ $(29791+112486$ 4)	+2970		39130	4.592 5
			$41^3=68$ 921	$104^3=1124$ 864	$1157625-$ $(68921+112486$ 4)		- 36160		
5	$205^3=8615$ 125	6.933 53	$41^3=68$ 921	$204^3=8489$ 664	$8615125-$ $(68921+8489664$)	+5654 0		63730	4.804 3
			$51^3=13$ 2651	$204^3=8489$ 664	$8615125-$ $(132651+848966$ 4)		-7190		
6	$215^3=9938$ 375	6.997 3	$51^3=13$ 2651	$214^3=9800$ 344	$9938375-$ $(132651+980034$ 4)	+5380		94330	4.974 6
			$61^3=22$ 6981	$214^3=9800$ 344	$9938375-$ $(226981+980034$ 4)		-88950		
7	$345^3=4106$ 3625	7.613	$61^3=22$ 6981	$344^3=4070$ 7584	$41063625-$ $(226981+407075$ 84)	+129. 60		130930	5.117
			$71^3=35$ 7911	$344^3=4070$ 7584	$41063625-$ $(357911+407075$ 84)		-1870		
8	$355^3=4473$ 8875	7.650 7	$71^3=35$ 7911	$354^3=4436$ 1864	$44738875-$ $(357911+443618$ 94)	+1910 0		173530	5.239 4
			$81^3=53$ 1441	$354^3=4436$ 1864	$44738875-$ $(531441+443618$ 64)		- 154430		
9	$495^3=1212$ 87375	80938	$81^3=53$ 1441	$494^3=1205$ 53784	$121287375-$ $(531441+120553$ 781)	+2021 50		222130	5.346 6
			$91^3=75$ 3571	$494^3=1205$ 53784	$121287375-$ $(753571+120553$ 784)		-19980		
10	$585^3=2002$ 01625	83015	$91^3=75$ 3571	$584^3=1991$ 76704	$200201625-$ $(753571+199176$ 704)	+2713 50		276730	5.442 1
			$101^3=1$ 030301	$584^3=1991$ 76704	$2002011625-$ $(1030301+19917$ 6704)		-5380		
11	$615^3=2326$ 08375	8.366 6	$101^3=1$ 030301	$614^3=2314$ 75544	$232608375-$ $(1030301+23147$ 5544)	+1025 30		337330	5.528 0
			$111^3=1$ 367631	$614^3=2314$ 75544	$232608375-$ $(136763+231475$ 544)		-23480		
12	$765^3=4476$ 97125	8.6510	$111^3=1$ 367631	$764^3=4459$ 43744	$447697125-$ $(1367631+44594$ 37444)	+3857 50		40393 0	5.606 3
			$121^3=1$	$764^3=4459$	$447697125-$		-18180		

			771561	43744	(1771561+44594 3744)				
13	$815^3=5413$ 43375	8.7334	$121^3=1$ 771561	$814^3=5393$ 53144	541343375- (1771561+53935 3144)	+2186 70		47653 0	5.678 1
			$131^3=2$,24809 1	$814^3=5393$ 53144	541343375- (2248091+53935 3144)		- 257860		
14	$875^3=6699$ 21845	8.8260	$131^3=2$,24809 1	$874^3=6676$ 27624	669921875- (2248091+66762 7624)	+4616 0		55513 0	5.744 4
			$141^3=2$ 803221	$874^3=6676$ 27624	669921875- (2803221+66762 7624)		- 508970		
15	$1065^3=$ 120794962 5	9.082 0	$141^3=2$ 803221	$1064^3=120$ 4550144	1207949625- (280322+120455 0144)	+5962 60		63973 0	5.806 0
			$151^3=3$ 442951	$1064^3=120$ 4550144	1207949625- (3442951+12045 50144)		-43470		
16	$1135^3=146$ 2135375	9.165	$151^3=3$ 442951	$1134^3=145$ 8274104	1462135375- (3442951+14582 74104)	+4183 20		73033 0	5.863 5
			$161^3=4$ 173181	$1134^3=145$ 8274104	1462135375- (4173281+14582 74104)		- 312010		

Summary

The original proof of Fermat's Last Theorem is presented. Regularities are given: the cyclicity for changing the last digit of any number and the cyclicity for changing the last digit of a number to an arbitrary power, which made it possible to extrapolate the results of calculations for numbers in small powers to infinitely large numbers and powers.

It is shown that there is repeatability for the last number of a power through four degrees. The last digit of any number in the first power can have from one to four values when raising this number to a power from zero to infinity.

Arbitrary powers of different numbers are considered. Only those numbers are taken for analysis where the last digit of the number x^n equals to the last digit of the sum $(y^n + z^n)$. Having analyzed the first five tables, we found numbers with such last digits that give the minimum value for the difference between the number x^n and the sum of the numbers (y^n+z^n) . What is more, the last digits of the number x^n and the sum of the numbers (y^n+z^n) are equal to each other.

It is determined that the minimum difference $|\delta_{min}|$ between the number x^n and the sum of numbers (y^n+z^n) tends to infinity when increasing to infinity the number x and the power n , i.e. $|\delta_{min}| \rightarrow \infty$ at $x \rightarrow \infty$ and $n \rightarrow \infty$ and, therefore, there can be no equality between the number x^n and the sum of numbers (y^n+z^n) at the power $n \geq 3$.

1. Manin, Yu. I., Panchishkin. Introduction to modern number theory. – M.: MCCME, 2009.
2. Navarro, Khoakin. Elusive ideas and eternal theorems. Great problems of mathematics. M.: De Agostini, 2014 – pp. 84 –160 – (World of Mathematics: in 45 volumes, volume 25).– JSB No. 978-5-9774-0720-5.
3. Violan-and-Holtz, Albert. – M.: De Agostini, 2014. – 151 p. – (World of Mathematics: in 45 volumes, volume 9). – JSB No. 978-5974-0625-3.
4. Alvarez L. F. The most difficult problem in the world. Fermat. Fermat's Last Theorem. // Science, the Greatest Theories. – M.: De Agostini, 2015. –Vol.18. – JSSN 2409-0069.

5. Wiles, Andrew (1995) “Modular elliptic, curves and Fermat's last theorem” *Annals of Mathematics* 141 (3): 443 – 551. (eng.).
 6. Taylor, Richard & Wiles, Andrew (1995). “Ring theoretic properties of certain Hecke algebras” *Annls of Mathematics* 141 (3): 553-572 (eng.).
 7. Kuznetsov V. I. One of the possible proofs of Fermat's Last Theorem // *RAE Journal "Scientific review; Fundamental and applied sciences"* No. 3, 2018, 12 p.
-

РАЗДЕЛ IX. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Махоткина Л.Ю., Халилова А.А.

Разработка гидрофобных текстильных материалов для производства рабочей одежды с применением кремнийорганических соединенийФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет»
(Россия, Казань)

doi: 10.18411/sr-10-08-2020-18

idsp: sciencerussia-10-08-2020-18

Аннотация

В последние годы особое внимание уделяется изучению свойств гидрофобных поверхностей текстильных материалов. По проведенному анализу, выявлено, что водо- и грязеотталкивающая пропитка материалов занимает важное место в процессах отделки текстильных материалов, способствуя изменению их характеристик. Целью научного исследования является разработка текстильных материалов с гидрофобными характеристиками за счет применения водного раствора на основе кремнийорганических соединений для производства рабочей одежды с сохранением эксплуатационных и гигиенических характеристик.

Ключевые слова: рабочая одежда; кремнийорганические соединения; водный раствор на основе силан марок А-1100 и А-187; гидрофобизация; краевой угол смачивания; текстильные материалы.

Введение

В настоящее время национальная текстильная и легкая промышленность носят инновационный характер и развивается на основе новых разработок и достижений фундаментальной науки. К такой продукции относятся изделия швейной промышленности и текстильные материалы со специальными свойствами. Особый интерес производители и потребители проявляют к гидрофобным материалам с высокими показателями гигиенических характеристик, поэтому задача придания гидрофобности текстильным материалам, несомненно, является актуальной.

Одним из важных факторов при проектировании качественной рабочей одежды является правильный подбор пакета материалов, защищающий от воздействия различных вредных веществ и влаги. В последние годы особое внимание уделяется изучению гидрофобизации поверхностей текстильных материалов.

На сегодняшний день традиционные методы заключительной отделки текстильных материалов не позволяют добиться получения гидрофобной поверхности материала с требуемыми гигиеническими и эксплуатационными свойствами.

Материалы и методы

Для проведения исследований влияния кремнийорганических соединений марок А-1100 и А-187 выбран текстильный материал, представленный в таблице 1.

Таблица 2

Характеристика текстильных материалов

Материал	ГОСТ	Артикул	Состав
Бязь суровая	ГОСТ 29298-2005	262	Хлопок 100 %
Брезент суровый	ГОСТ 15530 93	11135 Д	60% лен, 40% хлопок

На начальном этапе исследований проведен подбор параметров, влияющих на процесс гидрофобизации. Основными параметрами при обработке текстильных материалов водным раствором на основе кремнийорганических соединений являются:

- 1) Концентрация силана в растворе;
- 2) Температура сушки обработанных образцов;
- 3) Время замачивания образцов в пропитке;
- 4) Температура раствора пропитки.

С помощью пакета программ Statistica 6.0 проведен расчет оптимальных параметров гидрофобной отделки образцов.

В исследовании для оценки изменений характеристик поверхности текстильных материалов использовались следующие методы: время впитывания капли, угол краевого смачивания, устойчивость гидрофобной пропитки после многократной стирки.

- 1) Время впитывания капли

Для оценки гидрофобных свойств поверхности текстильного материала использовался экспресс-метод, заключающийся в определении времени впитывания капли. Проведение испытаний более 30 мин считали нецелесообразным в связи с потерей массы капли из-за испарения [1].

- 2) Определение краевого угла смачивания

Принцип измерения методом пластины Вильгельми на тензиометре DataPhysics DCAT 21.

Литературный обзор

Для разработки рабочей одежды применяется материал верха с различными специфическими защитными свойствами. В зависимости от конкретных требований, материалы должны быть устойчивы к действию кислот, щелочей, масел, жиров, органических растворителей, нефти и нефтепродуктов, быть водоупорными или водонепроницаемыми, обладать устойчивостью к действию высоких и низких температур, сохранять первоначальные свойства при воздействии истирающих усилий пыли.

Все материалы для деталей верха одежды можно разделить на две большие группы: натуральные материалы и искусственные материалы. Широкий ассортимент применяемых материалов обусловлен большим разнообразием деталей верха одежды, в зависимости от их назначения и расположения, а также от вида и назначения изготавливаемого одежного товара, метода соединения, и многих других факторов [2].

В настоящее время для изготовления рабочей одежды применяют различные материалы. Для верха изделий применяют материалы такие, как хлопчатобумажные, льняные, шерстяные, нетканые и пленочные материалы, натуральную и искусственную кожу, натуральный и искусственный мех; подкладочные материалы из хлопчатобумажных тканей; для утепляющих материалов: вату, ватин, шерсть, искусственный мех.

В последние годы в качестве материала верха для проектирования рабочей одежды применяют синтетические ткани [3]. Эти материалы разрабатывают из волокон, полученных путем химических реакций из нефтепродуктов, целлюлозы, природного газа и т.д. Несмотря на разнообразие таких тканей, все они обладают схожими достоинствами: мало весят, легко отстирываются, быстро сохнут и долго сохраняют первоначальные свойства и внешний вид. Основным недостатком синтетических материалов является неспособность материалов к процессам воздухообмена между телом человека и окружающей средой. Также немаловажным недостатком является большое скапливание статического электричества. Следовательно, для проектирования качественной рабочей одежды для различных климатических зон следует использовать натуральные материалы. Однако рабочая одежда, изготовленная из хлопчатобумажных материалов верха не устойчива к влаге. Таким образом, встает вопрос о разработке технологии гидрофобизации для натуральных текстильных материалов.

Гидрофобные материалы обладают особыми многофункциональными качествами: водоотталкивающими свойствами, стойкостью к загрязнению, стойкостью к кислотам и щелочам [5].

Водоотталкивающее свойство материала зависит от значения поверхностной энергии и фактуры материала. Следовательно, для получения положительного результата следует применять покрытия с более низкой энергией [3].

С целью придания материалам гидрофобных свойств различают четыре способа отделки тканей:

1. Покрытие материала сплошной водонепроницаемой пленкой. На поверхность материала наносят покрытие из органических смол и затем обрабатывают ее кремнийорганическим составом.
2. Покрытие ткани водоотталкивающей пленкой. На ткань наносят силосаны, парафин, пиридиновые, циркониевые или фторсодержащие соединения, обладающие водоотталкивающими свойствами [4].
3. Набухающая отделка. Применяется при изготовлении брезента из хлопчатобумажной ткани. На ткань наносят специальные смолы, обладающие свойством набухания при попадании воды на поверхность материала.
4. Комбинированный метод. Используют все три способа отделки тканей.

К наиболее известным текстильно-вспомогательным веществам, придающим водоотталкивающие свойства материалам, относят следующие:

1. Соединения, образующие эмульсии (эфиры, сорбит, производные оксикарбоновых кислот, оксиэтилированные жирные кислоты, азотсодержащие соединения, производные алкилимидазолина. Гидрофобную поверхность первой группы получают методом замачивания, после чего на поверхности волокна образовывается полимолекулярный слой, повышающий гидрофобные показатели вследствие получения высокой адгезии к волокну [6];
2. Соединения различной химической природы (металлокомплексные соединения, соединения солей алюминия с парафином или воском, соединения солей циркония с воском, комбинация хрома и жирных кислот, перфторированные соединения хрома и жирных кислот, жирные кислоты, поликарбоновые кислоты. эфиры фосфорной кислоты, производные алкиладипиновой кислоты, силиконаты, полиалкилгидросилоксаны, олидиметилсилоксаны, полидиметилсилоксановые каучуки, фторкарбоновые смолы [7].

Высококонцентрированные эмульсии более устойчивы и легко разбавляются до нужной концентрации [8].

Для придания текстильным материалам гидрофобных свойств, в качестве заключительной отделки используется широкий ассортимент текстильно-вспомогательных веществ. В общем виде придание гидрофобных свойств текстильным материалам предполагает уменьшение их поверхностной энергии [9]. Эффективность различных препаратов, используемых в настоящее время для этой цели, можно расположить в ряд по мере увеличения их гидрофобизирующей активности: парафины, силаны и силоксаны, фторсодержащие углеводороды [10]. Так, авторами [11] в качестве гидрофобизации кожевенных полуфабрикатов предлагаются кремнийорганические растворы марок А-1100 и А-187. Однако в настоящее время в текстильной промышленности данные растворы не нашли своего применения.

Результаты

Поиск оптимальных параметров для обработки текстильных материалов с гидрофобными характеристиками проводился путем планирования эксперимента по

следующим параметрам: концентрация силана в растворе (K_r), температура раствора пропитки (T_r), время замачивания (T_z), температура сушки (T_s). Определяющим параметром выбран показатель времени впитывания капли (T_{vk}). С помощью пакета программ Statistica 6.0 проведен расчет оптимальных параметров гидрофобной отделки образцов бязи и брезента.

Рисунок 1. Оптимизация параметров гидрофобной отделки текстильных материалов в водном растворе на основе силана марки А-1100 при концентрации 5 г/дм^3 , температуре раствора пропитки 40°C . Функция отклика – время впитывания капли воды на поверхности обработанных образцов.

Переменные: температура сушки, время замачивания образцов в растворе.

По результатам оптимизации параметров гидрофобной отделки выбраны параметры обработки, позволяющие получить гидрофобные материалы. Используя режимы обработки текстильных материалов, проведено исследование краевого угла смачивания обработанных образцов для подтверждения гидрофобности текстильных материалов.

На рисунке 2 представлена диаграмма краевого угла смачивания обработанных образцов силаном марок А-1100 и А-187 (бязи и брезента) и контрольных.

Рисунок 2. Значения краевого угла смачивания бязи и брезента при концентрации раствора силана 5 г/дм^3 , температуре раствора пропитки 40°C , 10 мин времени замачивания образцов в пропитке и температуре сушки 160°C .

Измеренные величины краевого угла смачивания поверхности бязи и брезента растворами исследуемых марок силанов подтверждают результаты проведенной ранее оптимизации составов по времени впитывания капли воды. Так, гидрофобность текстильных материалов повышается с увеличением краевого угла смачивания.

Например, значение краевого угла смачивания поверхностей бязи и брезента растворами силана А-1100 повышается до 130° , в то время как обработка силаном марки А-187 способствует повышению измеряемого показателя до 124° для брезента, 121° – бязи.

Таким образом, силан марки А-1100 повышает гидрофобность материалов (или краевой угол смачивания) по сравнению с силаном А-187 на 4,6%. Контрольный образец отличается в сторону увеличения краевого угла смачивания относительно образцов материалов, обработанных растворами силана А-1100.

Заключение

Таким образом, представленный литературный обзор применяемых текстильно-вспомогательных веществ и способы придания текстильным материалам гидрофобных свойств показал, что применение силан марок А-1100 и А-187 в текстильной промышленности не использовались, однако нашли свое применение в кожевенной промышленности. Следует отметить, что по проведенному анализу применения текстильно-вспомогательных веществ в текстильной промышленности, водо- и грязеотталкивающая пропитка материалов занимает важное место в процессах отделки текстильных материалов, способствуя изменению их характеристик. Представленные результаты влияния водных растворов на основе силанов марок А-1100 и А-187 свидетельствуют о получении гидрофобной поверхности на таких материалах как бязь и брезент. Экспериментально доказано о целесообразности применения водного раствора на основе силана марки А-1100 в текстильной промышленности на хлопчатобумажных материалах в целях получения гидрофобной поверхности.

1. Копачевская Н.В. Разработка технологии нетканых термоскрепленных полотен с повышенными физико-механическими свойствами: дис. ... канд. техн. наук / Н.В. Копачевская – Москва, 2016. – 199 с
2. Лутфуллина Г.Г., Махоткина Л.Ю., Халилова А.А. Гидрофобизирующие эмульсии в текстильной и легкой промышленности // Костюмология, 2019 №1, <https://kostumologiya.ru/PDF/09TLKL119.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.
3. Махоткина Л. Ю., Лутфуллина Г.Г., Халилова А. А. Влияние обработки поверхности текстильного материала раствором на основе кремнийорганического соединения на прочностные характеристики материала // Молодежь и наука: шаг к успеху сборник научных статей 3-й Всероссийской научной конференции перспективных разработок молодых ученых. – М. : Наука; Курск, 2019. – С.281-284
4. Сиразиева Л.Ф., Степин С.Н., Махоткина Л.Ю. Диспергирующие добавки для водно-дисперсионных материалов: обзор литературы / Л.Ф. Сиразиева, С.Н.Степин, Л.Ю.Махоткина // Лакокрасочные материалы и их применение. 2004. № 10. с. 25-28.
5. Жихарев А.П., Фукина О.В., Абдуллин И.Ш., Махоткина Л.Ю. Влияние факторов окружающей среды на материалы легкой промышленности // Монография / Казань, 2011
6. Effect of alkali and silane surface treatments on regenerated cellulose fibre type (Lyocell) intended for composites / Ramamoorthy, Sunil Kumar; Skrifvars, Mikael; Rissanen Marja // CELLULOSE - Том: 22. Выпуск: 1 Стр.: 637-654
7. Design of special purposes products made of nanomodified leather Makhotkina L.Y., Khristoliubova V.I., Khannanova Fakhrutdinova L.R. IEJME: Mathematics Education. 2016. Т. 11. № 6. С. 1495-1503.
8. Studies of the influence of nonequilibrium plasma thermal exposure on the characteristics of the capillary-porous polymer material Makhotkina L.Y., Khristoliubova V.I. Journal of Physics: Conference Series // 2017. Т. 789. № 1. С. 012032.
9. Gogoi, R (Gogoi, Runumi). Surface Modification of Jute Fabric by Treating with Silane Coupling Agent for Reducing Its Moisture Regain Characteristics / Gogoi, R (Gogoi, Runumi), Tyagi, AK (Tyagi, Ajay Kumar) // JOURNAL OF NATURAL FIBERS
10. Abidi, Noureddine. Functionalization of cotton fabric with vinyltrimethoxysilane / Abidi, Noureddine; Hequet, Eric; Tarimala, Sowmitri // TEXTILE RESEARCH JOURNAL - Том:77 Выпуск: 9 Стр.: 668-674
11. Махоткина Л.Ю., Леонова Е.В., Макаров А.В., Марьина А.Н. Исследование свойств инновационных материалов для проектирования теплозащитной одежды //Л.Ю.Махоткина, Е.В.Леонова, А.В. Макаров, А.Н.Марьина //Вестник технологического университета. 2017. т. 20. № 4. с. 66-68.

РАЗДЕЛ X. КОСМОС И АВИАЦИЯ

Мужичек С.М., Обросов К.В., Лисицын В.М.

Метод эффективного обнаружения препятствий для предупреждения столкновений на основе использования лазерной локации для информационного обеспечения маловысотного полета беспилотного транспортного средства

ФГУП «ГосНИИАС»

(Россия, Москва)

doi: 10.18411/sr-10-08-2020-19

idsp: sciencerussia-10-08-2020-19

Навигационная система для автономного беспилотного транспортного средства (БТС), как правило, рассматривается на базе комплексирования спутниковой навигации и бесплатформенной инерциальной навигационной системы. Однако, для БТС на основе, например, квадрокоптера или другого подобного летательного аппарата (ЛА), определение собственного положения в системе городской застройки не гарантирует получение информации о нахождении препятствий по маршруту движения. Поэтому, очевидна необходимость наличия на борту летающего БТС системы обнаружения потенциальных препятствий для построения безопасных траекторий полета.

Известно, что столкновения с препятствиями при выполнении маловысотного полета (МВП) в условиях городской застройки являются одной из важнейших причин аварийных ситуаций для современных ЛА. При этом очень часто необнаруженными препятствиями, столкновение с которыми приводят к аварийным ситуациям, являются линии электропередач и провода, которые почти не наблюдаемы экипажем ЛА даже при хорошей видимости. Проведенные экспериментальные и теоретические исследования показали, что единственным надежным средством обнаружения любых, в том числе неметаллических препятствий являются лазерно-локационные (ЛЛ) системы. В связи с этим в последние годы ряд известных зарубежных фирм (Northrop Grumman (США), Dornier GmbH (Германия), Marconi SPA (Италия), GEC Avionics (Великобритания)) ведут работы по созданию систем обнаружения препятствий и предупреждения о столкновениях на базе ЛЛ с разной длиной волны излучения для оснащения перспективных ЛА, в том числе летающих БТС.

ЛЛ является принципиально новым средством информационного обеспечения МВП. Его применение на ЛА существенно расширяет функциональные возможности авиации [1, 2], в том числе летающих БТС, позволяя решать на предельно малых высотах полета (10-50 м) задачи точной доставки грузов, пожаротушения, мониторинга, монтажных работ при строительстве, спасательных операций и т.п. Формируемая ЛЛ 3D информация о наблюдаемой наземной сцене в сочетании со способностью своевременного обнаружения таких тонких препятствия как провода, тросы (в том числе и неметаллические), растяжки, мачты и т.п. позволяет автоматически пролонгировать траекторию полета и обеспечивает безопасность выполнения поставленных задач в сложной фоно-целевой обстановке без априорных данных о рельефе, конфигурации наземных объектов и положении потенциальных препятствий. Использование в локаторе излучения на длине волны в два раза большей, чем красная граница спектрального диапазона глаза, позволяет работать в сложных метеоусловиях и дымах и не создает угроз для глаз людей, оказавшихся на анализируемой сцене.

В настоящее время известны методы регулярного сканирования, в которых область зондирования дальностного поля в координатах угол-угол совпадает с

полем обзора локатора и формируется в результате сложения двух движений в координатах угол-угол: сравнительно медленного поворота базовой системы координат вдоль одной из угловых координат и быстрого двумерного регулярного периодического перемещения луча ЛЛ относительно базовой системы координат.

В [3] было показано, что для обнаружения тонких протяженных препятствий (ТПП), таких как провода, при условии расположения ТПП по центру диаграммы излучения уровень отраженного сигнала обратно пропорционален углу расходимости этой диаграммы. Поэтому для надежного обнаружения таких препятствий необходима концентрация лучистой энергии в малом телесном угле. Для надежного обнаружения ТПП на расстояниях 100–400 м в условиях городской застройки при типовых характеристиках ЛЛ угловая расходимость диаграммы излучения не должна превышать 1–2 угл. мин. Угловая скорость сканирования такой диаграммой при достигнутых частотах следования зондирующих импульсов (30–100 кГц) ограничена, что приводит при регулярных развертках либо к малым полям обзора, либо к низкому темпу обновления информации в поле обзора. Такой недостаток имеет место во всех созданных и разрабатываемых ЛЛ системах [4–6]. В разработанном методе предложен выход из создавшегося положения путем отказа от регулярных разверток лазерно-локационного сканирования дальностного поля с целью экономного расходования зондирующих импульсов, т.е. такого управления угловым движением лазерного луча, которое использует уже накопленную информацию о дальностном поле и ориентировано на решение конкретных задач планирования измерений угол-угол-дальность в процессе сканирования анализируемой сцены.

Разработанный метод заключается в следующем:

- задают диапазон минимальных дальностей до подстилающей поверхности, определяемый периодом сканирования, скоростью полета и надежному обнаружению всех возможных препятствий, включая провода, тросы и т.п.;
- используя технически реализуемые фрагменты траектории сканирования с управляемыми параметрами, которые могут изменять конфигурацию фрагментов траектории, в том числе их угловую ориентацию в вертикальной плоскости, обеспечивают многократную реализацию таких фрагментов за время полупериода обновления информации о дальностном поле, т.е. за время медленного поворота базовой системы координат в сторону левой или правой границы поля обзора;
- в процессе сканирования определяют требуемые параметры каждого следующего фрагмента траектории по результатам обработки имеющихся измерений углов и дальностей так, чтобы угловая ориентация этого фрагмента в вертикальной плоскости соответствовала попаданию прогнозируемых минимальных дальностей в заданный диапазон максимальных дальностей надежного обнаружения всех возможных препятствий;
- в процессе сканирования формируют сигналы управления исполнительными устройствами так, чтобы реализуемые в текущий момент времени фрагменты траектории имели параметры с минимально возможными отклонениями от требуемых значений. Тем самым обеспечивают в процессе сканирования отрицательную обратную связь в системе автоматического управления угловым положением по вертикали нижних участков, соответствующих минимальным дальностям на траектории сканирования, удерживая

эти нижние участки траектории на таких углах наклона зондирующего луча, которые соответствуют заданному диапазону максимальных дальностей.

Предлагаемый метод позволяет автоматически формировать траекторию сканирования в координатах угол-угол, концентрируя при этом направления измерений дальностей в области положений возможных препятствий над земной поверхностью в заданном диапазоне дальностей при любом рельефе местности. Задание такого диапазона дальностей может быть проведено заранее. Его верхняя граница определяется тактико-техническими требованиями на ЛЛ в части его основной характеристики – максимальной дальности надежного обнаружения ТПП в ограниченно-сложных метеоусловиях. Нижняя граница диапазона дальностей рассчитывается как разность между верхней границей и произведением скорости полета ЛА на период обновления информации в пределах поля обзора.

Выполненное авторами математическое моделирование процессов информационного обеспечения МВП показало, что использование предложенного метода адаптивного сканирования позволяет пролонгировать безопасные траектории полета ЛА в азимутальном секторе, который в два-четыре раза больше, чем сектор пролонгации безопасных траекторий полета в случае применения регулярного сканирования для обнаружения препятствий при одинаковых средних плотностях точек зондирования в информативных областях полей обзора.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект 19-29-06077 мк.)

1. Себряков Г.Г., Лисицын В.М., Обросов К.В. Использование лазерных локаторов в перспективных информационных системах летательных аппаратов // Лазеры в науке, технике, медицине. Сб. науч. тр. Т. 21 / Под ред. В.А. Петрова–М.: МНТОРЭС им. А.С. Попова, 2010. С. 16 – 20.
2. Лисицын В.М. Оценка эффективности комплексированной оптико-электронной пилотажной системы при выполнении маловысотного полета // Лазеры в науке, технике, медицине. Сб. науч. тр. Т. 25 / Под ред. В.А. Петрова–М.: МНТОРЭС им. А.С. Попова, 2014. С. 16 – 21.
3. Дановский В.Н., Ким В.Я., Лисицын В.М., Обросов К.В., Тихонова С.В. Сравнение возможностей радиолокации и лазерной локации как средств информационного обеспечения маловысотного полета // Изв. РАН, Теория и системы управления, № 4, 2007. С. 154-165.
4. «Obstacle avoidance system for helicopter and other aircraft», Патент USA № 5465142 от 7 ноября 1995 г.
5. Schulz K.R., Scherbarth S., Fabry U. Hellas: obstacle warning system for helicopters // Proc. SPIE. 2002. V.4723. P. 1-8.
6. Gunther Winkle, Hellas Protect Helos Defence Helicopter, December 1998 - January 1999, pp. 23-25.

РАЗДЕЛ XI. РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

Дарчиева Н.А., Ильина С.И., Грачев Д.Ю.

Плазменная переработка отходов

Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

(Россия, Москва)

doi: 10.18411/sr-10-08-2020-20

idsp: sciencerussia-10-08-2020-20

С каждым днем проблема, связанная с увеличением производительности человечеством мусора, становится все более актуальной. По приблизительным подсчетам люди в день производят около 60 тонн отходов, и это число постоянно увеличивается. С целью утилизации такого огромного количества отходов создаются все новые методы и технологии переработки. В настоящий момент мы имеем порядка 20 способов переработки твердых отходов. Все они имеют как свои преимущества, так и недостатки [1]. Одним из передовых методов является плазменная утилизация отходов. Она появилась в результате взаимодействия научных работников из России, Израиля и Украины. Местом рождения можно считать институт атомной технологии имени Курчатова, а его изобретателем – академика Евгения Велихова. Открытие первого завода, основанного на плазменной технологии утилизации отходов, произошло в Израиле, вблизи города Кармиэль. В России же торжественное открытие завода состоялось в 2010 году. Данная утилизация на сегодняшний день является самой передовой и на 100% экологически безопасной [2].

Суть процесса

Ранее плазменную утилизацию применяли для газификации дерева, гудрона, сланца, кокса и других видов твердого топлива.

Если говорить о сути процесса, в первую очередь следует сказать, что это процесс, при котором происходит термическое разложение отходов с неполным окислением. Термолизу вещества подвергаются под воздействием давления, кислорода и водяного пара. Результатом переработки является синтез-газ. Он включает в себя монооксид углерода, водород и другие горючие газы [3].

Данная субстанция является не только топливом для вырабатывающих электричество станций, но еще и сырьем для производства таких продуктов как:

- Горючее;
- Синтетическое моторное масло;
- Азотные удобрения;
- Аммиак;
- Высшие спирты;
- Метанол.

Одной из важных особенностей плазменной утилизации является то, что благодаря ей можно не только решить экологические проблемы, но также и получить полезную энергию. Все дело в замкнутости экологического процесса, в ходе которого выделяется газ, который не выпускается в атмосферу, а используется для собственного потребления. При этом вырабатываемую энергию можно реализовывать на сторону, заменяя обычный газ, мазут или уголь [5].

Можно выделить основные преимущества плазменной утилизации отходов:

- производство работает на энергии, получаемой от выброса мусора;
- для работы необходимо минимальное количество обслуживающего персонала;

- ТБО (твердые бытовые отходы) не требуют предутилизационной подготовки: сушки, сортировки;
- готовый «продукт» не требует последующего обеззараживания и дополнительной обработки;
- вещество, полученное после, можно использовать в строительстве;
- мобильность плазменных установок;
- быстрый запуск (остановка) и выход на технологический режим [2].

Помимо очевидных плюсов стоит сказать о главном недостатке, которым является стоимость и недостаточно большой ресурс работы генераторов низкотемпературной плазмы - плазмотронов. На первый взгляд можно предположить, что рассматриваемая технология с экономической точки зрения должна иметь отрицательное значение или, другими словами, быть затратной. Однако в конечном счете упрощения стадий переработки и снижения капитальных затрат в целом, по итогу стоимость утилизации отходов снижается. Относительно других видов утилизации, плазменную особенно выгодно применять при переработке токсичных отходов. Все дело в их дороговизне хранения и экологической опасности [4]. Как правило, речь идет об опасных отходах, к которым можно отнести:

- радиоактивные отходы низкого и среднего уровня активности;
- медицинские и биологические отходы;
- отходы, содержащие радионуклиды, токсичные компоненты и многие другие опасные элементы.

Технология процесса

В общем можно выделить пять основных стадий переработки (технологическая схема процесса работы представлена на рисунке 1).

- 1) Подготовка изначального сырья к обработке, в ходе которого оно измельчается, обезвоживается, доизмельчается и подается в реактор.
- 2) Для поддержания в реакторе требуемого температурного режима, запускается электрический плазмотрон.
- 3) Под воздействием высоких температур органика газифицируется и делится на отдельные молекулы. Неорганические вещества образуют шлак.
- 4) Сигаз проходит стадию очищения от примесей и охлаждения, после чего направляется на газопоршневую электростанцию для обеспечения работы плазменной печи.
- 5) Полученный шлак используют для производства плит для теплоизоляции, а также для газобетона [3].

Рис. 1. Плазменная переработка мусора — схема процесса [2].

Фактически производство можно условно разбить на основные составные части (см. рис. 2). Далее разберем более подробно каждую стадию процесса.

Рис. 2. Схема процесса плазменной переработки [7].

Загрузочный узел

Из-за того, что отходы могут находиться в различном агрегатном состоянии, ему необходима тщательная проработка. Для удержания тепла в газификационной зоне реактора чаще всего, как теплоизоляционная подстилка, используется кокс.

Плазменный реактор-газификатор (ПРГ)

Именно здесь происходит преобразование смеси органических компонентов опасных отходов в сизгаз. Он выходит через верхнюю часть колонны, в то же время через нижнюю часть вытекает расплавленный шлак, полученный при превращении неорганических компонентов. Далее этот шлак, благодаря высоким температурам, плавится, в ходе данного процесса происходит поглощение кислорода и водяного пара. Также за счет такой высокой температуры неорганические вещества сплавляются между собой. Конструкция плазменной печи представляет собой вертикальную шахтную печь.

Система плазменных горелок

Сама по себе горелка состоит из двух концентрично расположенных трубок. Плазменный поток движется по внутренней, а разогретый газ – по внешней. Именно внешний поток обеспечивает точность реза и защиту ближайших зон от окисления [6].

Установка разделения воздуха

Для проведения более полной газификации необходимо обдувать реакторы воздухом с концентрацией кислорода порядка 95%. Для того, чтобы получить такой чистый кислород, используется установка разделения воздуха. В ходе которой охлажденный под давлением воздух сжижается и далее в ректификационной колонне от него отделяется газообразный азот. В ходе данного процесса побочным продуктом является аргон.

Охлаждение газа, очистка от пыли и хлороводорода

Первым делом синтез-газ отправляется в скруббер Вентури, затем в колонну с распылительным орошением для дальнейшего охлаждения, а также очистки от нежелательных примесей. Уже очищенный газ проходя через верхнюю колонну попадает в мокрый электрофильтр. Это необходимо для более качественной очистки от пыли.

Паротурбинный генератор и воздушный конденсатор

В паровой турбине из-за снижения давления газ сжимается и уже в виде воды попадает обратно в котел. Энергия, которая образуется в ходе процесса конденсации преобразуется в электрическую для дальнейшего использования.

Удаление ртути

Полученный охлажденный и сжатый синаз пропускается через фильтр с активированным углем. Здесь ртуть может быть удалена до 99%. Очищенный от ртути газ подвергается сероочистке.

Гидролиз карбонилсульфида и сероочистка

Синтез-газ проходит через слой катализаторов. В процессе гидролиза вся сера превращается в сероводород. После этого уже в блоке сероочистки и он удаляется. Получаемая элементарная сера может также служить сырьем для других технологических процессов.

Мокрый электрофильтр

Он применяется для очищения газа от частиц, которые имеют размер меньше микрона. Синтез-газ входит в электрофильтр, где равномерно распределяется по пучку трубок. В коллекторных трубках входящие частицы получают значительный отрицательный заряд от коронного разряда большой мощности, производимого высоковольтными электродами. По мере продвижения заряженных частиц в трубках электрическое поле заставляет их перемещаться в сторону заземлённых трубчатых стенок, где они и оседают. Протекающая внутри трубок водяная плёнка смывает собранные частицы в слив, ведущий к месту водоочистки.

Переработка сточных вод

Вода, которая отходит от различных установок, поступает в резервуар для сточных вод, где удаляются тяжелые металлы и другие токсичные отходы. Очищенная вода хранится в отдельном резервуаре [7].

Заключение

Плазменная утилизация – это экологически безопасная, наиболее эффективная и экономически выгодная технология по обезвреживанию и утилизации опасных отходов. В разных странах, в частности, в США, Китае, Великобритании, Индии, Японии, Канаде, уже построено несколько десятков предприятий, использующих плазменный метод [8]. В России же сжигание мусора все еще остается на первом месте в качестве утилизации. Все больше законов принимается для повышения качества переработки в нашей стране. В том числе в сторону плазменной утилизации. Власти Москвы планируют построить вокруг столицы 8 заводов, работающих по технологии плазменной газификации мусора [9].

1. <https://musor.moscow/blog/plazmennaja-pererabotka-musora/>
2. <https://promzn.ru/utilizatsiya-i-pererabotka/musora-plazmennym-metodom.html>
3. <https://othodovnet.com/>
4. <https://allrefrs.ru/3-7453.html>
5. <https://betosteel.ru/articles/plazmennaya-texnologiya-utilizacii-otxodov.html>
6. <https://proinstrumentinfo.ru/plazmotron-dlya-lazernoj-rezki-r80-rt31-p2180/>
7. http://www.cleandex.ru/articles/2016/03/07/zavody_po_pererabotke_othodov_proizvodstva_i_potrebleniya_v_elektroenergiyu
8. <https://plagas.ru/>
9. <https://newizv.ru/news/tech/04-12-2019/otechestvennyy-metod-plazmennoy-utilizatsii-musora-ostalsya-v-rossii-ne-vostrebovannym>

[illegible]

Научное издание

Наука России: Цели и задачи

Сборник научных трудов по материалам
XXII международной научно-практической конференции
10 августа 2020 г.

SPLN 001-000001-0682-SR

Подписано в печать 11.08.2020. Тираж 400 экз.
Формат. 60x84 1/16. Объем уч.-изд. л. 4,37
Бумага офсетная. Печать оперативная.
Отпечатано в типографии НИЦ «Л-Журнал»
Главный редактор: Иванов Владислав Вячеславович