

Набережночелнинский институт
Казанского Федерального Университета

Электронный журнал

Социально-экономические
и технические системы:
исследование,
проектирование,
оптимизация

№4(71)'2016 г.



ОГЛАВЛЕНИЕ

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ: ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ	3
Коннов И.В., Кашина О.А. ОТКРЫТАЯ ТРАНСПОРТНАЯ МОДЕЛЬ И ЕЁ ПРИЛОЖЕНИЯ: ЗАДАЧА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТОКОВ В СЕТИ И В ЗАДАЧЕ ПРОИЗВОДСТВА-СБЫТА С УЧЁТОМ ТРАНСПОРТНЫХ РАСХОДОВ	3
Дмитриев С.В., Дмитриева Ю.С., Сюткина Ю.П. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СО СТОХАСТИЧЕСКИМ ПОТОКОМ ЗАЯВОК НА ОБСЛУЖИВАНИЕ	16
Салахов А.М., Арискина К.А., Арискина Р.А. АНАЛИЗ КЕРАМИЧЕСКИХ СТЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА БАЗЕ ЛЕГКОПЛАВКОЙ ГЛИНЫ С ДОБАВКОЙ ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩЕЙ ПОРОДЫ.....	24
Шайхуллина Р.М., Сарваров Ф.С. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ И КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СПЕКТРОВ ПРОПИЛНИТРАТА	30
Фазуллин Д.Д., Маврин Г.В. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КОНЦЕНТРАТА ОТРАБОТАННОЙ ЭМУЛЬСИИ «ИНКАМ-1» В КАЧЕСТВЕ ИНГИБИТОРА КОРРОЗИИ	42
Павленко А.П., Мухаметдинов М.М. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИПЕРСТЕРЖНЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОБВОДА АВТОМОБИЛЯ	51
Санакулов А.Х., Галиуллин Л.А. ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И ПТИЦЕФАБРИК С УЧЕТОМ СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЙ	58
ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ И ФИНАНСЫ В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ	74
Игтисамов Р.С., Хусаинов В.Г. СТАНОВЛЕНИЕ ИНСТИТУТА УПРАВЛЕНИЯ НЕДВИЖИМОСТЬЮ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН).....	74
Юсупова Г.Ф. ИНВЕСТИЦИОННАЯ ПРИРОДООХРАННАЯ ПОЛИТИКА И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ КАК ОСНОВА ПЕРЕХОДА К УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ.....	82
Нугуманов М.Р. КАДАСТРОВАЯ СТОИМОСТЬ: СПОРЫ ОЦЕНЩИКОВ	96
ЯЗЫК В СИСТЕМЕ КОММУНИКАЦИЙ: ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ И ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ	104
Мустафина Д.Н., Соловьева А.В., Славина Л.Р. ИЗ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ЯЗЫКОВОЙ ПОЛИТИКИ В СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ США	104
Халимов М.Х. МОРФОСИНТАКСИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В СТРУКТУРЕ СЛОЖНОГО БЕССОЮЗНОГО ПРЕДЛОЖЕНИЯ В СОВРЕМЕННОМ ФРАНЦУЗСКОМ ЯЗЫКЕ.....	112

ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ: ПРОЕКТИРОВАНИЕ, ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 519.85

Коннов И.В., доктор физико-математических наук, профессор, Институт вычислительной математики и информационных технологий ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»

Кашина О.А., кандидат физико-математических наук, доцент, Институт вычислительной математики и информационных технологий ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

ОТКРЫТАЯ ТРАНСПОРТНАЯ МОДЕЛЬ И ЕЁ ПРИЛОЖЕНИЯ: ЗАДАЧА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТОКОВ В СЕТИ И В ЗАДАЧЕ ПРОИЗВОДСТВА- СБЫТА С УЧЁТОМ ТРАНСПОРТНЫХ РАСХОДОВ

Аннотация: В статье рассматривается одна модификация транспортной модели, широко известной среди экстремальных задач, – открытая транспортная задача с двусторонними ограничениями на переменные. Приводятся две интерпретации рассматриваемой модели: задача оптимального распределения потоков в сети с мобильными абонентами и задача оптимального планирования производства и сбыта однородного продукта с учётом транспортных затрат. Обуславливается актуальность разработки приближённых методов решения транспортной задачи, несмотря на наличие конечных алгоритмов – это большая размерность задачи, возмущения коэффициентов функций цели и ограничений, отсутствии гарантий существования допустимого решения, возможная нестационарность исходных данных, необходимость получения приемлемого по точности решения за ограниченное время. Для приближённого решения задачи предлагается подход, основанный на применении метода штрафных функций, приводятся результаты численных экспериментов, указываются направления дальнейших исследований.

Ключевые слова: оптимизация; транспортная задача; беспроводная сеть; мобильные абоненты; провайдер; соединение; поток; однопродуктовая задача производства-сбыта с учётом транспортных издержек; штрафная функция; квадратичный штраф; метод внешних штрафных функций; проекция; метод проекции градиента.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект №16-01-00109а.

В математической теории экстремальных задач так называемая транспортная задача линейного программирования занимает особое место. Сформулированная французским математиком Г.Монжем ещё в 1781 г. [1], эта задача была исследована лишь в конце 30-х – начале 40-х гг. XX века советским математиком Л.В.Канторовичем [2]. Первый точный метод решения транспортной задачи был разработан в 1940 г. [3] (работа была опубликована в 1949 г.). Подобные методы разрабатывались американским математиком Т.Купмансом [4]. В 1966 вышли в свет монографии [5], [6], содержащие систематическое изложение теории и методов линейного программирования, включая и решение транспортной задачи.

Несмотря на хорошо разработанную теорию и наличие конечных алгоритмов решения, исследование транспортной задачи, её приложений и модификаций сохраняет актуальность и сегодня. В частности, в настоящее время всё более востребованными становятся приближённые алгоритмы, позволяющие быстро решать задачи большой размерности с часто изменяющимися (и потому неточными) исходными данными. Существует целый ряд факторов, снижающих применимость точных методов решения транспортной задачи – в первую очередь, это – быстрый рост размерности решаемых задач, приводящий к накоплению ошибок вычислений и ухудшению обусловленности матрицы коэффициентов ограничений. Кроме того, в возникающих на практике задачах непустота допустимой области зачастую не может быть гарантирована. В этих случаях получить решение близкое к оптимальному (допустимому) можно только с помощью приближённых методов. Другим фактором, обуславливающим актуальность исследований в области разработки и применения методов приближённого решения транспортной задачи является расширение сферы применения транспортной модели – помимо традиционных областей, связанных с производством, реализацией и транспортировкой продукции, в неё входят, например, задачи оптимизации различных характеристик функционирования сетей, особенно, – беспроводных сетей с мобильными абонентами. Такие задачи отличает

большая размерность и быстрое изменение характеристик сети (исходных данных задачи).

В данной статье рассматривается одна модификация транспортной модели – открытая транспортная задача с двусторонними ограничениями на переменные – применительно к двум оптимизационным задачам: задаче распределения потоков в сети с мобильными абонентами и задаче планирования производства и сбыта однородного продукта с учётом транспортных расходов. Для приближённого решения задачи предлагается подход, основанный на применении метода внешних штрафных функций (например, [7, §7.1]), приводятся результаты численных экспериментов и делаются выводы относительно направлений дальнейших исследований.

Открытая транспортная задача с двусторонними ограничениями на переменные. Постановка задачи

Приведём формальную постановку открытой транспортной задачи с двусторонними ограничениями на переменные. Пусть заданы целые положительные числа m и n и для $i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$ заданы вещественные значения $\alpha_{i,j} \geq 0, \beta_j \geq 0, \gamma_i \geq 0, c_{i,j}$. Искомые вещественные переменные, составляющие $m \times n$ -матрицу объёмов x , обозначим через $x_{i,j}$. Запишем задачу кратко в виде:

$$\min \rightarrow \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{i,j} x_{i,j} \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^m x_{i,j} \geq \beta_j, \quad j = 1, \dots, n; \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{i,j} \leq \gamma_i, \quad i = 1, \dots, m; \quad (3)$$

$$0 \leq x_{i,j} \leq \alpha_{i,j}, \quad i = 1, \dots, m; \quad j = 1, \dots, n. \quad (4)$$

Рассмотрим теперь две возможные интерпретации задачи (1) – (4).

Интерпретация 1. Задача оптимального распределения сетевых потоков.

Рассматривается беспроводная сеть, включающая провайдеров сетевых услуг и мобильных абонентов, каждый из которых может выступать и как источник, и как приёмник сигнала. В рассматриваемый момент времени (или на

малом временном интервале) между абонентами возникают соединения (происходит передача сигнала). Цель оптимизации функционирования сети – распределить сетевую нагрузку между провайдерами так, чтобы минимизировать суммарные затраты на поддержку всех соединений при выполнении ограничений на величину потока.

Переменные и параметры задачи (1) – (4) в данной интерпретации будем понимать следующим образом: m – число провайдеров сетевых услуг; n – число соединений (возникших в данный момент времени или на заданном интервале); $x_{i,j}$ – искомая величина ресурса провайдера i , используемого для обеспечения соединения j (ниже для краткости будем говорить «поток (i, j) »); $\alpha_{i,j}$ – верхняя оценка для величины потока (i, j) ; β_j – нижняя граница для суммарной величины потока для соединения j ; γ_i – верхняя оценка ресурса провайдера i , используемого для обеспечения всех соединений; $c_{i,j}$ – затраты i -го провайдера, связанные с обеспечением потока (i, j) ; $i = 1, \dots, m$; $j = 1, \dots, n$.

Заметим, что в поддержке того или иного соединения j могут, вообще говоря, участвовать не все m провайдеров, а лишь те из них, номера которых составляют некоторое множество P_j согласно их областям покрытия территории. Тогда для всех $i \notin P_j$ определим $\alpha_{i,j} = 0$ и потому $x_{i,j} = 0$. Далее для упрощения записи будем исследовать простой случай, когда $P_j = \{1, \dots, m\}$ для всех $j \in \{1, \dots, n\}$.

Интерпретация 2. Задача оптимального планирования производства и сбыта однородного продукта с учётом транспортных расходов.

Рассматривается рынок однородного товара, включающий продавцов и покупателей. Объёмы продаж ограничены сверху, объёмы закупок – снизу. Продавцы устанавливают цены, по которым они готовы продать товар, покупатели назначают цены, по которым они готовы совершить покупку. Задача состоит в отыскании оптимального (относительно размера транспортных затрат) плана производства и реализации продукции.

Переменные и параметры задачи (1) – (4) в данной интерпретации будем понимать следующим образом: m – число поставщиков (продавцов) однородного продукта; n – число покупателей; $x_{i,j}$ – искомое количества товара, проданного поставщиком i покупателю j ; $\alpha_{i,j}$ – верхняя оценка для величины $x_{i,j}$ (далее для краткости будем говорить «размер сделки (i, j) »); β_j – нижняя граница для общего размера закупки покупателя j ; γ_i – верхняя граница общего объема продаж поставщика i ; $i = 1, \dots, m$; $j = 1, \dots, n$.

Пусть заданы также величины: a_i – цена за единицу товара, назначаемая продавцом i ; b_j – цена за единицу товара, предлагаемая покупателем j ; $\tilde{c}_{i,j}$ – стоимость перевозки единицы продукта от продавца i покупателю j ; $i = 1, \dots, m$; $j = 1, \dots, n$. Положив $\tilde{x}_i \equiv \sum_{j=1}^n x_{i,j}$ и $y_j \equiv \sum_{i=1}^m x_{i,j}$ для всех i и j , соответственно, сформулируем критерий задачи:

$$\min \rightarrow \sum_{i=1}^m a_i \tilde{x}_i + \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n \tilde{c}_{i,j} x_{i,j} - \sum_{j=1}^n b_j y_j. \quad (5)$$

Приводя подобные слагаемые в (5) и полагая $c_{i,j} \equiv \tilde{c}_{i,j} + a_i - b_j$ для всех значений индексов i и j , приводим критерий (5) к виду (4), а ограничения: $y_j \geq \beta_j$, $j = 1, \dots, n$; $\tilde{x}_i \leq \gamma_i$, $i = 1, \dots, m$, – к виду (2) и (3), соответственно.

Решение задачи. Метод внешних штрафных функций

Как уже было сказано, несмотря на наличие точных методов решения задачи (1) – (4) ([5], [6], см. также [8, гл. 2], [9, §9]), в конкретных приложениях, в частности, в описанной постановке имеет смысл применять приближённые методы. Это особенно актуально для приведенных интерпретаций, поскольку мобильность абонентов (в первом варианте) и нестабильность рынка (во втором) на практике сводят на нет преимущества применения точных методов.

Будем решать задачу (1) – (4) методом внешних штрафных функций (ВШФ) (например, [7, §7.1]). Введём функции:

$$\Phi_1(x) \equiv \sum_{i=1}^m (\max\{\sum_{j=1}^n x_{i,j} - \gamma_i; 0\})^2. \quad (6)$$

$$\Phi_2(x) \equiv \sum_{j=1}^n (\max\{-\sum_{i=1}^m x_{i,j} + \beta_j; 0\})^2. \quad (7)$$

$$\Psi(x, \tau_1, \tau_2) \equiv cx + \tau_1 \Phi_1(x) + \tau_2 \Phi_2(x), \quad (8)$$

где τ_1 и τ_2 – положительные параметры. Обозначим

$$x^*(\tau_1, \tau_2) \equiv \operatorname{argmin}_{x \in A} \Psi(x, \tau_1, \tau_2), \quad (9)$$

где A – множество решений системы ограничений (4). Заметим, что существование точки (9) при любых τ_1, τ_2 обусловлено непрерывностью функции (8), а также замкнутостью и ограниченностью множества A . Построим итерационный процесс $\{x^k(\tau_1^k, \tau_2^k)\}$, где k – номер итерации метода ВШФ; $\{\tau_1^k\}, \{\tau_2^k\}$ – возрастающие числовые последовательности; точка $x^k(\tau_1^k, \tau_2^k)$ определяется формулой (9) при $\tau_1 = \tau_1^k, \tau_2 = \tau_2^k$. Ограниченность последовательности $\{x^k(\tau_1^k, \tau_2^k)\}$ (обусловленная ограниченностью множества A) обеспечивает существование её предельной точки x^* при $k \rightarrow \infty$. Точку x^* будем считать приближённым решением задачи (1) – (4).

Вычислительные аспекты

Остановимся на вычислительных аспектах применения метода ВШФ. Точку начального приближения x^0 и правила построения последовательностей $\{\tau_1^k\}, \{\tau_2^k\}$ зададим до начала работы метода. Положим $k=0$. Опишем k -ю итерацию метода ВШФ.

Согласно формуле (9) на каждом шаге k метода ВШФ решается задача

$$\min_{x \in A} \Psi(x, \tau_1^k, \tau_2^k). \quad (10)$$

Остановимся на методах поиска решения задачи (10) при фиксированных значениях k, τ_1^k, τ_2^k . Поскольку параметры τ_1 и τ_2 положительны, функции, заданные формулами (6) – (8) – квадратичные выпуклые. Решение задачи (10) может быть найдено любым из методов условной минимизации выпуклой функции (например, [7, гл.5]), однако ввиду простоты множества A имеет смысл применить один из специальных методов, например, метод проекции градиента (МПГ) (например, [7, §6.1.2], [9, §3.1]).

Целесообразность выбора МПГ обусловлена возможностью вычислить проекцию $\pi_A(x)$ точки x на множество A по явной формуле:

$$\pi_A(x)_{i,j} = \begin{cases} x_{i,j}, & \text{если } 0 \leq x_{i,j} \leq \alpha_{i,j}, \\ 0, & \text{если } x_{i,j} < 0, \\ \alpha_{i,j}, & \text{если } x_{i,j} > \alpha_{i,j}. \end{cases} \quad (11)$$

Кроме того, как нетрудно показать, в данном случае полный шаг из точки x в направлении антиградиента также можно вычислить явно. Для удобства дальнейших выкладок для каждого фиксированного x введём в рассмотрение множества

$$I(x) \equiv \{i: i \in \{1, \dots, m\}; \sum_{j=1}^n x_{i,j} > \gamma_i\}, \quad (12)$$

$$J(x) \equiv \{j: j \in \{1, \dots, n\}; \sum_{i=1}^m x_{i,j} < \beta_j\}. \quad (13)$$

Вычислим частные производные функции (8) в точке x относительно всех переменных $x_{i,j}$. Зафиксируем значения индексов $i^* \in \{1, \dots, m\}$, $j^* \in \{1, \dots, n\}$.

Тогда

$$\frac{\partial \Phi_1(x)}{\partial x_{i^*,j^*}} = \begin{cases} 0, & \text{если } i^* \notin I(x) \\ 2(\sum_{j=1}^n x_{i^*,j} - \gamma_{i^*}), & \text{иначе} \end{cases}, \quad (14)$$

$$\frac{\partial \Phi_2(x)}{\partial x_{i^*,j^*}} = \begin{cases} 0, & \text{если } j^* \notin J(x) \\ 2(\sum_{i=1}^m x_{i,j^*} - \beta_{j^*}), & \text{иначе} \end{cases}, \quad (15)$$

а значит,

$$\frac{\partial \Psi(x, \tau_1, \tau_2)}{\partial x_{i^*,j^*}} = c_{i^*,j^*} + \tau_1 \frac{\partial \Phi_1(x)}{\partial x_{i^*,j^*}} + \tau_2 \frac{\partial \Phi_2(x)}{\partial x_{i^*,j^*}}. \quad (16)$$

Для краткости обозначим частные производные функции (8), вычисленные (по формуле (16)) в точке x относительно переменных $x_{i,j}$ как $g_{i,j}$; обозначим $m \times n$ -матрицу, составленную из элементов $g_{i,j}$, через g . Запишем компоненты точки $x(\lambda)$, лежащей на луче, проходящем через точку x , направляющим вектором которого является антиградиент функции Ψ , вычисленный в точке x :

$$x_{i,j}(\lambda) = x_{i,j} - \lambda g_{i,j}, \quad (17)$$

здесь λ – скалярный вещественный шаг. Существуют разные способы выбора шага при реализации МПГ, например, шаг может быть постоянным [7, с.161] или найденным из условия неточного линейного поиска (например, [7, с.162]). В первом случае для обеспечения сходимости метода необходимо, чтобы постоянный шаг удовлетворял условию, содержащую неизвестное, вообще

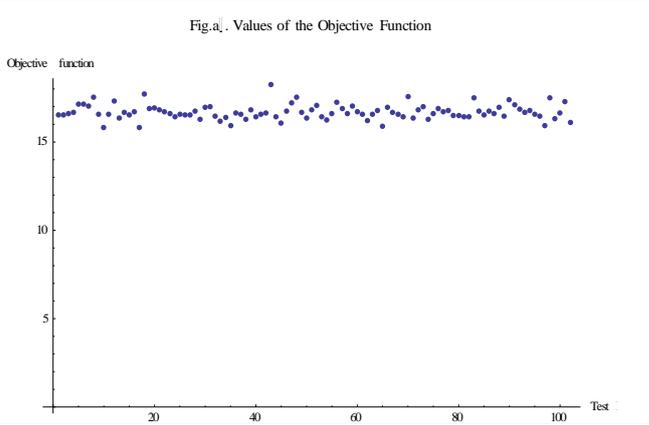
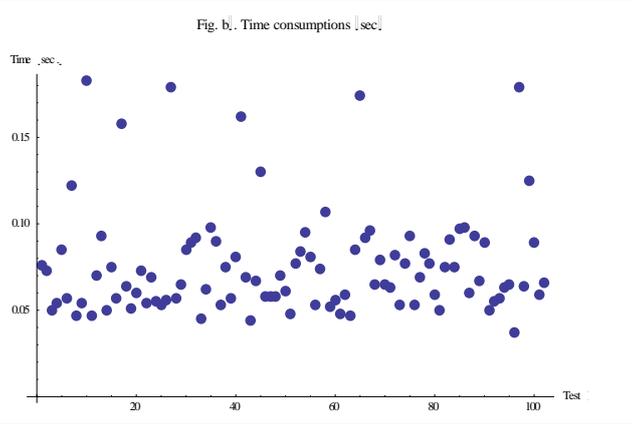
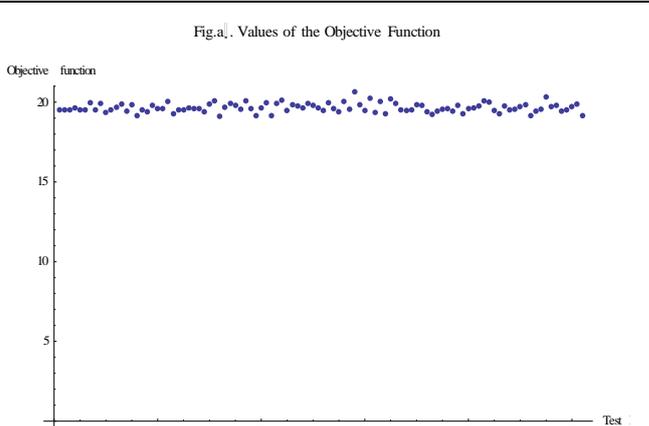
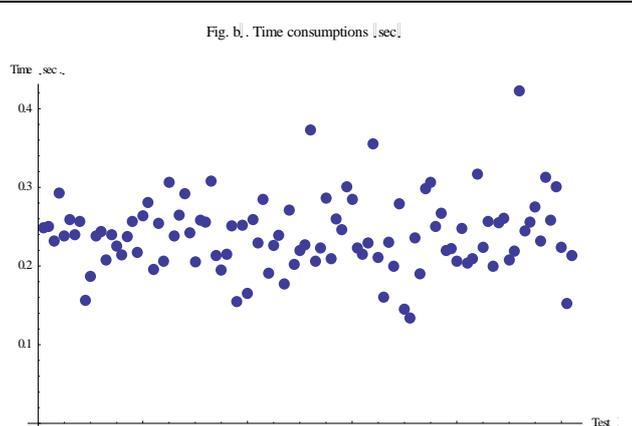
говоря, значение константы Липшица для целевой функции задачи. Будем использовать конечный метод отыскания шага, описанный в [9, с.65].

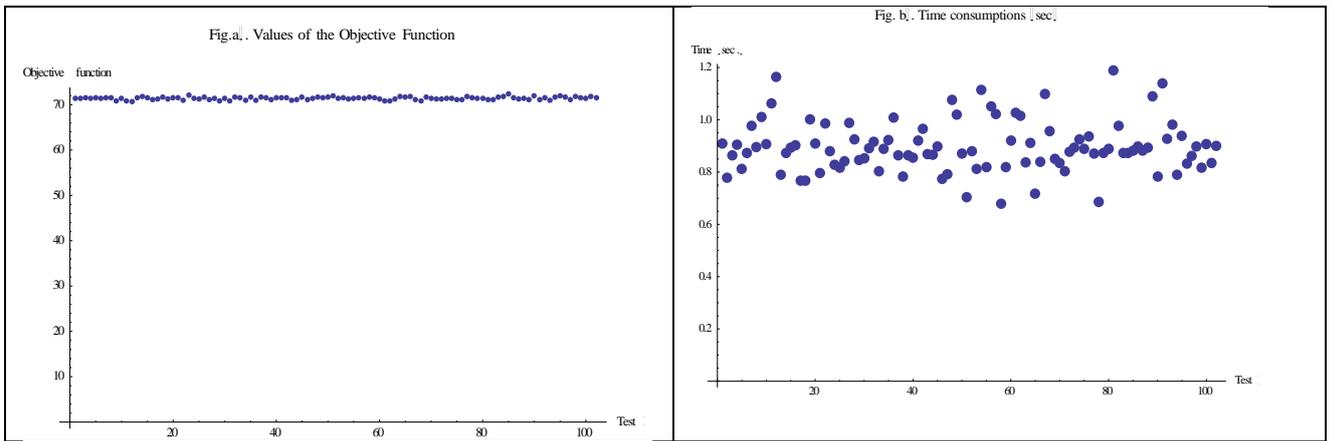
Численные эксперименты

Для проведения расчётов использовался пакет аналитических вычислений Wolfram Research Mathematica 9.0.1.0; процессор Intel® Core™ i5-430M (4M Cache, 2.26 GHz).

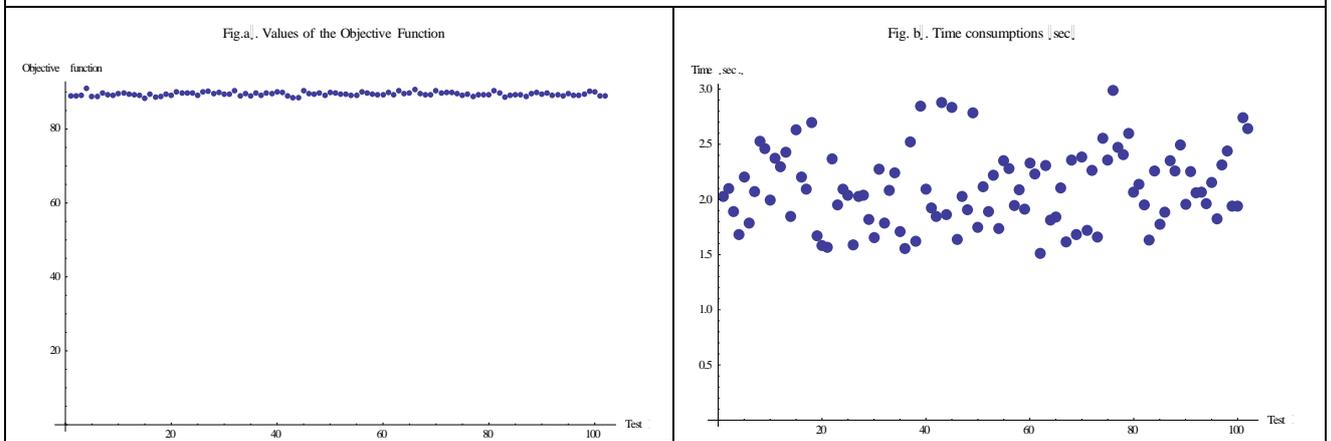
Были проведены три серии тестовых испытаний. Цель проведения первой серии тестов состояла в экспериментальном исследовании чувствительности вычисленной аппроксимации (к оптимальному значению целевой функции) и чувствительности трудоёмкости задачи к выбору задачи (1) – (4). Для этого при каждом фиксированном значении размерностей задачи проводилась группа из K экспериментов, различающихся только выбором точки начального приближения задачи. Число экспериментов K в каждой группе составляло 102 (в качестве начальной точки выбиралось начало координат, вершина множества A с максимальными координатами и 100 случайных точек). Для каждой группы из K экспериментов отслеживалось поведение следующих параметров: а) $\frac{F_{max}-F_{min}}{\bar{F}}$, где F_{max} , F_{min} и \bar{F} , соответственно, – есть максимальное, минимальное и среднее из вычисленных K значений целевой функции задачи (1) – (4) (приблизёно найденных оптимальных значений); б) время решения задачи. Для наглядности были построены графики исследуемых величин. Абсциссы точек на графиках соответствуют порядковому номеру испытания, а ординаты – значениям отслеживаемых параметров. Результаты первой серии экспериментов приведены в Таблице 1.

Результаты численных экспериментов: зависимость вычисленного значения целевой функции (левый столбец) и времени вычисления (правый столбец) от номера испытания (точки начального приближения)

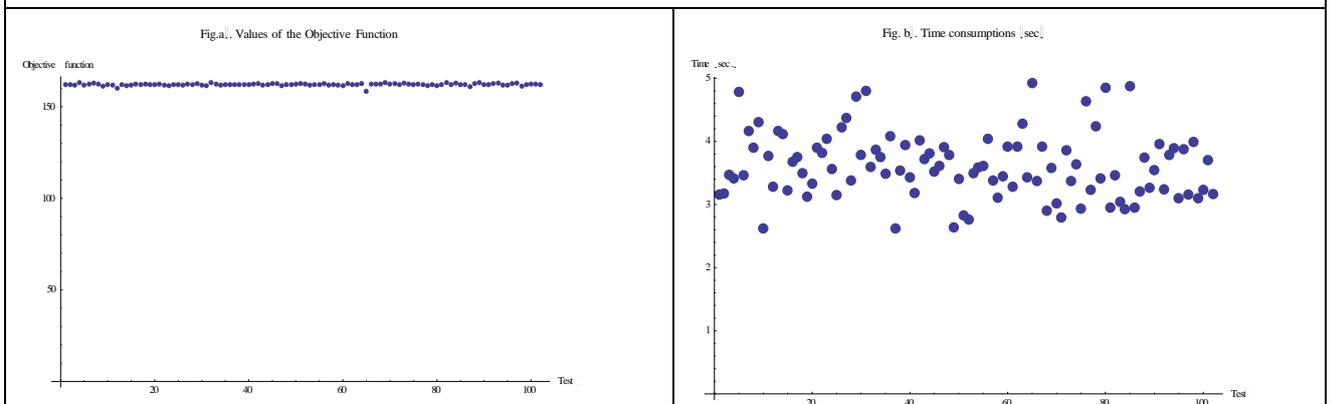
<p>Группа испытаний №1: $m = 3$; $n = 6$; число проб (случайных начальных точек) = 102 Среднее значение целевой функции = 16.6949 Максимальное значение ошибки (%) = 14.611 Время вычислений (сек.) : - минимальное = 0.0370022 - максимальное = 0.1830105 - среднее = 0.0758965</p>	
<p>Fig.a). Values of the Objective Function</p> 	<p>Fig. b). Time consumptions [sec.]</p> 
<p>Группа испытаний №2: $m = 3$; $n = 12$; число проб (случайных начальных точек) = 102 Среднее значение целевой функции = 19.6506 Максимальное значение ошибки (%) = 7.69387 Время вычислений (сек.) : - минимальное = 0.1340077 - максимальное = 0.4230241 - среднее = 0.2396510</p>	
<p>Fig.a). Values of the Objective Function</p> 	<p>Fig. b). Time consumptions [sec.]</p> 
<p>Группа испытаний №3: $m = 3$; $n = 30$; число проб (случайных начальных точек) = 102 Среднее значение целевой функции = 71.4129 Максимальное значение ошибки (%) = 2.29083 Время вычислений (сек.) : - минимальное = 0.6780388 - максимальное = 1.1900680 - среднее = 0.8960513</p>	



Группа испытаний №4: $m = 6$; $n = 30$; число проб (случайных начальных точек) = 102
 Среднее значение целевой функции = 89.4687
 Максимальное значение ошибки (%) = 3.06084
 Время вычислений (сек.) :
 - минимальное = 1.5130866
 - максимальное = 2.9891709
 - среднее = 2.1051890



Группа испытаний №5: $m = 6$; $n = 50$; число проб (случайных начальных точек) = 102
 Среднее значение целевой функции = 162.135
 Максимальное значение ошибки (%) = 3.01693
 Время вычислений (сек.) :
 - минимальное = 2.6181498
 - максимальное = 4.9252817
 - среднее = 3.6081083



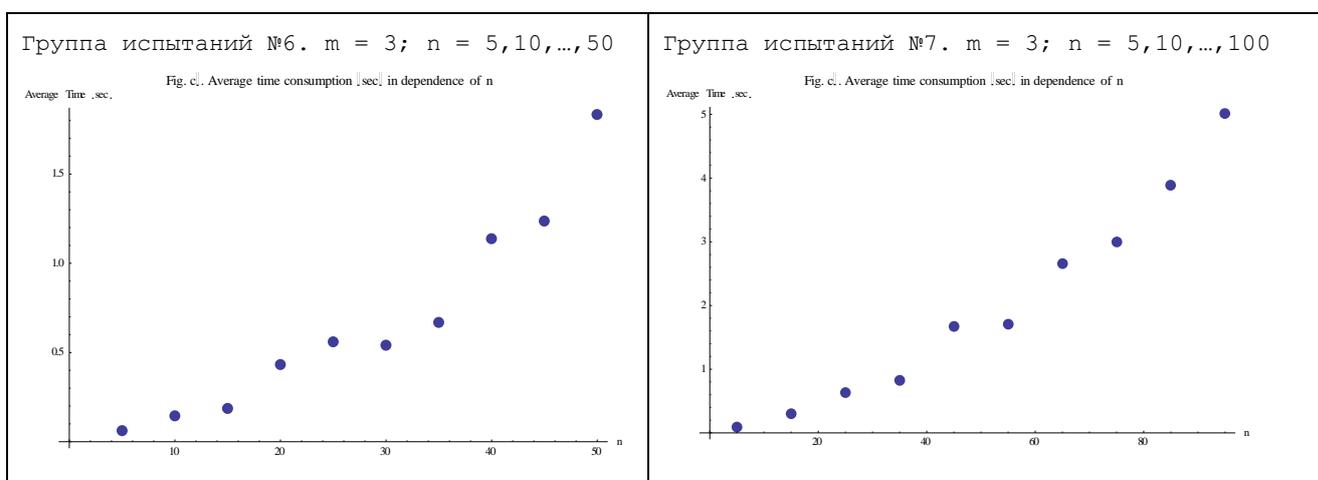
Цель проведения второй серии тестов состояла в экспериментальном исследовании зависимости среднего времени решения задачи от размерностей m и n (изменяемых поочерёдно или одновременно). В качестве начальной точки

во всех тестах второй серии выбиралось начало координат (т.е. недопустимая точка). Для наглядности были построены графики исследуемых величин. Абсциссы точек на графиках соответствуют значению изменяемого параметра (m или n), а ординаты – времени, затраченному на решению задачи при соответствующем значении указанного параметра.

Результаты второй серии экспериментов приведены в Таблице 2.

Таблица 2.

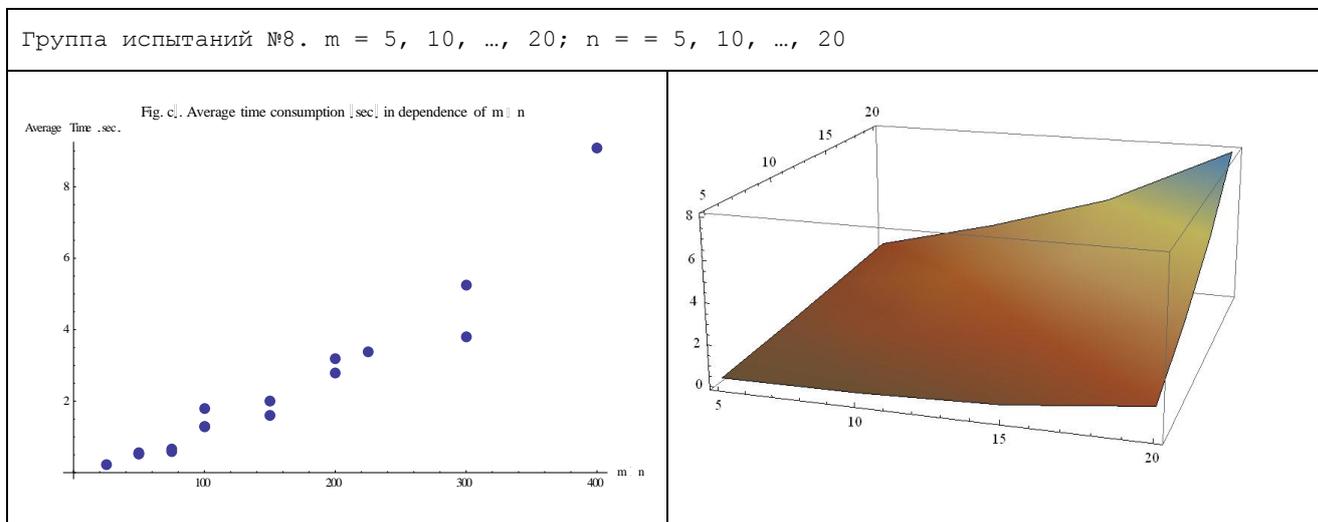
Зависимость среднего времени решения задачи от параметра m
(при фиксированном n)



Как видно из результатов экспериментов, приведённых в Таблице 2, при фиксированном значении параметра m время работы метода обнаруживает близкую к линейной зависимость от значений параметра n . Экспериментально был подтверждён аналогичный характер зависимости затрат времени от значений параметра m при фиксированном n .

В третьей серии испытаний параметры m и n изменялись одновременно. В Таблице 3 приведены графики отражающие зависимость времени решения задачи от величины произведения mn (левый рисунок) и от обоих параметров, одновременно изменяющихся в диапазоне $[0, 20]$.

Поведение времени решения задачи
при одновременном изменении параметров m и n



Выводы

Как показывают полученные результаты, описанный подход применим для решения задачи (1) – (4) при приемлемой размерности задачи. Вычисленное приближённое значения оптимума целевой функции слабо чувствительно к выбору точки начального приближения, однако время решения задачи с разными начальными точками может отличаться в несколько раз. Экспериментально показано, что тенденция возрастания времени решения задачи относительно параметров m и n , изменяющихся по отдельности, близка к линейной, при одновременном изменении параметров эта зависимость носит более сложный характер и нуждается в дальнейшем исследовании.

Литература

1. Monge G. Mémoire sur la théorie des déblais et de remblais. Histoire de l'Académie Royale des Sciences de Paris, avec les Mémoires de Mathématique et de Physique pour la même année, pages 666 – 704, 1781.
2. Канторович Л.В. О перемещении масс // ДАН СССР. – 1942. - Т. 37. - № 7 – 8. - С. 227 – 229.

3. Канторович Л.В., Гавурин М.К. Применение математических методов в вопросах анализа грузопотоков // Проблемы повышения эффективности работы транспорта: сборник статей. – М.: Изд-во АН СССР, 1949. - С. 110 – 138.
4. Koopmans, T.C. Optimum Utilization of the Transportation System. // *Econometrica* (Suppl.). – 1949. - №17. - Pp.136 – 146.
5. Юдин Д.Б., Гольштейн Е.Г. Задачи и методы линейного программирования. - М: Советское радио, 1961. – 494 с.
6. Гольштейн Е.Г., Юдин Д.Б. Новые направления в линейном программировании. - М.: Советское радио, 1966. – 524 с.
7. Коннов И.В. Нелинейная оптимизация и вариационные неравенства. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2013. – 508 с.
8. Акулич И.Л. Математическое программирование в примерах и задачах. – М.: Высшая школа, 1986. – 319 с.
9. Кашина О.А., Кораблёв А.И. Методы оптимизации. Часть II. Численные методы решения экстремальных задач. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2011. – 144 с.

Konnov, I.V., Doctor of Sciences (Mathematics u Physics), Associate Professor of Institute of Computer Mathematics u Information Technologies, Kazan Federal University

Kashina, O.A, Candidate of Sciences (Mathematics u Physics), Associate Professor of Institute of Computer Mathematics u Information Technologies, Kazan Federal University

THE OPEN TRANSPORTATION PROBLEM AND ITS APPLICATIONS IN
OPTIMIZATION OF THE NETWORK FLOW DISTRIBUTION AND
PRODUCTION AND SALES TAKING INTO ACCOUNT TRANSPORTATION
COSTS

Abstract: In this paper we study one modification of the transportation problem which is well known in the mathematical theory of extremum problems, namely, the open transportation problem with bilateral restrictions on variables. We consider two interpretations of the mentioned model. The first one is connected with the optimal flow distribution in wireless networks. The second interpretation consists in the optimal planning of production and sales of some commodity, taking into account transportation costs. We prove the relevance of the development of approximate

solution methods for the stated problem, despite the existence of finite algorithms. Among the main reasons for this we mention the high dimensionality of the problem, perturbations of coefficients of the objective function and constraints, the possible emptiness of the feasible solution set, variability of initial data, and time limitations for obtaining an acceptably accurate solution. We propose an approach to the problem solution based on the use of the penalty function method, describe results of numerical tests, and discuss the directions of future research.

Keywords: optimization; transportation problem; wireless network; mobile nodes; provider; connection; flow; one-commodity production-sales problem; transportation costs; penalty function; quadratic penalty; penalty function method; projection; gradient projection method.

УДК 565.13

Дмитриев С.В., доктор технических наук, профессор, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО “Казанский (Приволжский) федеральный университет”;

Дмитриева И.С., магистрант, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО “Казанский (Приволжский) федеральный университет”;

Сюткина Ю.П., магистрант, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО “Казанский (Приволжский) федеральный университет”.

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СИСТЕМЫ МАССОВОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ СО СТОХАСТИЧЕСКИМ ПОТОКОМ ЗАЯВОК НА ОБСЛУЖИВАНИЕ

Аннотация. Рассмотрено взаимодействие потоков заявок и операций обслуживания в системах массового обслуживания. Выявлены закономерности производительности системы обслуживания при изменении относительного быстродействия системы.

Ключевые слова: система массового обслуживания; интенсивность; поток заявок; поток обслуживания; замедление потоков; производительность системы.

Системы массового обслуживания (СМО) – общее название широко применяемых в различных областях деятельности систем организации движения товаров, информации, технологических машин и других объектов, людей с выполнением по отношению к ним необходимых технологических процедур [1]. Общим их признаком является выполнение определенных

действий с каждым объектом, что связано с затратами некоторого времени $\tau_{об}$ – времени обслуживания и наличием потока объектов обслуживания, главной характеристикой которого является интенсивность потока заявок на обслуживание (λ). Во всех системах массового обслуживания стремятся достигнуть такого состояния, когда интенсивность потока заявок на обслуживание и интенсивность потока операций обслуживания ($\mu = 1/\tau_{об}$) позволяют обеспечить заданные характеристики производительности системы при отсутствии очереди на обслуживание и при отсутствии простоя системы в ожидании заявок, что соответствует условию $\mu = \lambda$. При $\lambda > \mu$ образуется очередь на входе в систему обслуживания, при $\lambda < \mu$ система обслуживания бездействует в ожидании поступления заявок на обслуживание.

Отметим, что теоретически предполагается, что система массового обслуживания имеет дело с марковским процессом поступления заявок на обслуживание, т.е. стохастическими потоками заявок без последствия, т.е. независимыми от системы и с неизменной интенсивностью. На практике, конечно, интенсивность потока заявок зависит от СМО и эта зависимость тем более, чем меньше быстродействие системы обслуживания. Для разрешения этого противоречия в производственных системах проектирование технологических процессов строго синхронизируется и организуется регулярный поток изделий на обслуживание системой, имеющей строго установленные характеристики быстродействия.

При необходимости применяют параллельные потоки обслуживания, вводя m независимых систем обслуживания общего потока заявок.

В общем же случае для оценки требуемых характеристик быстродействия проектируемых систем обслуживания необходимо знать не только характеристики ожидаемого потока заявок на обслуживание, но и закономерности взаимодействия системы с обслуживаемым потоком. Очевидно, что наличие любого препятствия, требующего остановки или замедления движения объекта, изменяет интенсивность движения. Так,

светофор на дороге останавливает транспортный поток на время запрета движения. Это не очень заметно при малой интенсивности транспортного потока, но на переполненной автомобилями дороге это вызывает остановку большого количества автомобилей и, возможно, будет одной из причин транспортного затора.

Метод динамики средних [2], применяемый для упрощения математического описания стохастических процессов в моделях массового обслуживания не учитывает влияние системы на интенсивность потока заявок на обслуживание, в связи с чем затруднены реальные оценки характеристик производительности СМО. В связи с этим рассмотрим закономерности и факторы взаимодействия потока заявок на обслуживание λ и системы со средней интенсивностью μ потока обслуживания заявок. Обозначив через $\alpha = \lambda / \mu$ – относительную интенсивность исходного потока заявок по отношению к интенсивности потока обслуживания, рассмотрим эксплуатационные свойства СМО при условии полной безотказности элементов системы.

Интенсивность исходного потока заявок:

$$\lambda_c = \frac{1}{\bar{\tau}_c} \quad (1)$$

где $\bar{\tau}_c$ – среднее время между моментами поступления заявок на обслуживание.

Потенциальная интенсивность потока обслуживания заявок:

$$\mu_{об} = \frac{1}{\bar{\tau}_{об}} \quad (2)$$

где $\bar{\tau}_{об}$ – среднее время обслуживания одной заявки системой обслуживания.

Взаимодействие потока заявок с интенсивностью λ_c и одноканальной системы обслуживания с потенциальной интенсивностью $\mu_{об}$ потока

обслуживания заключается в том, что при поступлении каждой заявки на обслуживание через интервал времени $\bar{\tau}_c$ начинается ее обработка в течение времени $\bar{\tau}_{об}$ так что среднее время совместной занятости системы обслуживания потока заявок составит $\bar{\tau}_c + \bar{\tau}_{об}$. Это значит, что в целом СМО работает с интенсивностью $\lambda_{смо} = \frac{1}{\bar{\tau}_c + \bar{\tau}_{об}}$, хотя заявка большую часть времени ($\bar{\tau}_c$) находится “в пути” к системе и при вхождении в систему быстро обслуживается в течение времени ($\bar{\tau}_{об}$). Впрочем, понятия “быстро” и “медленно” в данном случае относительны и можно представить как процесс работы СМО, когда $\tau_c > \tau_{об}$, так и процесс, в котором $\tau_c < \tau_{об}$. В первом случае неизбежно ожидание обслуживающим устройством заявки, а во втором – образование очереди на обслуживание.

Итак, и интенсивность потока заявок и интенсивность потока обслуживания в СМО замедляются, а интенсивность совместной работы определяется как:

$$\lambda_{смо} = \frac{1}{\bar{\tau}_c + \bar{\tau}_{об}} = \frac{1}{\frac{1}{\lambda_c} + \frac{1}{\mu_{об}}} = \frac{\lambda_c \cdot \mu_{об}}{\mu_{об} + \lambda_c}, \quad (3)$$

Возможно ускорение интенсивности $\lambda_{смо}$ различными способами, из которых при заданном уровне технологических возможностей исполнения элементов СМО можно отметить введение многоканальных СМО, когда к одному обслуживающему устройству подключено m потоков заявок на обслуживание со средней интенсивностью $\bar{\tau}_c$ (общая интенсивность потока заявок становится равной: $\lambda_{смо_m} = m \cdot \lambda_c$, т. е. $\bar{\tau}_{c_m} = \bar{\tau}_c / m$), $\lambda_{об} = 1/\bar{\tau}_{об}$.

$$\lambda_{смо_m} = \frac{1}{\bar{\tau}_{c_m} + \bar{\tau}_{об}} = \frac{1}{\frac{1}{\lambda_{c_m}} + \frac{1}{\mu_{об}}} = \frac{\lambda_{c_m} \cdot \mu_{об}}{\mu_{об} + \lambda_{c_m}} = \frac{m\lambda_{c_m} \cdot \mu_{об}}{\mu_{об} + m\lambda_c}, \quad (4)$$

Возможно также подключение нескольких (n) устройств к обслуживанию одного потока заявок на обслуживание. В этом случае уменьшается время обслуживания и увеличивается интенсивность потока обслуживания: $\bar{\tau}_{обn} = \bar{\tau}_{об} / n$; $\lambda_{cn} = \lambda_c$; $\mu_{обn} = n\mu_{об}$.

$$\lambda_{смo_n} = \frac{1}{\bar{\tau}_c + \bar{\tau}_{об} / n} = \frac{1}{\frac{1}{\lambda_c} + \frac{1}{\mu_{об}n}} = \frac{\lambda_c \cdot \mu_{об}n}{\mu_{об}n + \lambda_c}, \quad (5)$$

В общем случае в СМО с m входными и n выходными каналами:

$$\bar{\tau}_{cmn} = \bar{\tau}_c / m; \lambda_{cmn} = m\lambda_c; \tau_{обmn} = \tau_{об} / n; \mu_{обmn} = n\mu_{об} \text{ и}$$

$$\lambda_{смo_{mn}} = \frac{1}{\bar{\tau}_c / m + \bar{\tau}_{об} / n} = \frac{1}{\frac{1}{\lambda_c m} + \frac{1}{\mu_{об}n}} = \frac{\lambda_c \cdot \mu_{об} \cdot m \cdot n}{\mu_{об} \cdot n + \lambda_c \cdot m} \quad (6)$$

Найденные нами оценки изменения интенсивности потоков заявок и их обслуживания в системе позволяют правильно спроектировать СМО, исходя из характеристик быстродействия основных элементов – потока заявок и устройств обслуживания, т.е. определить реальное быстродействие СМО при неизменных характеристиках стохастического потока. При этом нами рассматривались условия “равновесия” интенсивностей потока заявок и их обслуживания при работе без образования очередей на обслуживание.

В реальности фактически изменяется и сам базовый стохастический поток заявок на обслуживание λ_c , за исключением случаев безостановочного и бесконтактного обслуживания, когда требуется только соблюдение условия $\lambda_c \leq \mu_{об}$.

Для оценки замедления базового потока заявок на обслуживание в одноканальной СМО рассмотрим соотношение для его интенсивности:

$$\lambda_1 = 1 / \tau_1 = 1 / [\tau(1 + \alpha_1)] \quad (7)$$

где τ – среднее время формирования заявки на обслуживание “невозмущенного” исходного потока заявок в системе без задержек, что возможно при бесконечно высоком быстродействии устройств обслуживания;

τ_1 – возросшее время выполнения заявки из-за влияния СМО на процесс;

$\alpha_1 = \lambda_1 / \mu_{об}$ - реальное значение относительной интенсивности потока заявок в одноканальной СМО.

С учетом (7) получим:

$$\alpha_1 = \lambda_1 / \mu_{об} = 1 / [\mu_{об} \cdot \tau_c (1 + \alpha_1)] = \alpha / (1 + \alpha_1) \quad (8)$$

где $\alpha = \lambda_c / \mu_{об}$ - относительная интенсивность потока заявок в системе без задержек управления.

Решая это уравнение относительно α_1 , с учетом того, что $\alpha_1 > 0$, получим:

$$\alpha_1 = -\frac{1}{2} + \sqrt{\left(\frac{1}{2}\right)^2 + \alpha} \quad (9)$$

При сохранении неизменным быстродействия системы, т.е. при $\mu_{об} = const$:

$$\lambda_1 = \alpha \cdot \mu_{об} = -\frac{\mu_{об}}{2} + \sqrt{\left(\frac{\mu_{об}}{2}\right)^2 + \alpha \cdot \mu_{об}^2} \quad (10)$$

Таким образом, реальная пропускная способность СМО N_1 в одноканальной СМО снижается по сравнению с идеальным значением N в связи с увеличением времени обслуживания:

$$N_1 = N / (1 + \alpha_1) \quad (11)$$

Для m -канальной централизованной системе обслуживания соотношение (7) примет вид:

$$\lambda_{1m} = 1 / \tau_1 = 1 / [\tau_c (1 + m\alpha_1)] = \lambda_1 / (1 + m\alpha_1) \quad (12)$$

Решая это уравнение, получим:

$$\alpha_1(m) = \frac{\lambda_1}{\mu_c} = \alpha / (1 + m \cdot \alpha_1) \quad (13)$$

$$\lambda_1(m) = \alpha_1(m) \cdot \mu_{об} = -\frac{\mu_{об}}{2m} + \sqrt{\left(\frac{\mu_{об}}{2m}\right)^2 + \alpha \cdot \mu_{об}^2 / m} \quad (14)$$

$$N_1(m) = N / (1 + m\alpha_1)$$

Приняв производительность СМО при $m=1$ за единицу, определим относительное снижение производительности в зависимости от степени централизации СМО:

$$\bar{N}_1(m) = N_1(m) / N_1(1) = (1 + \alpha_1) / (1 + m\alpha_1) \quad (15)$$

На рис. 1. показаны зависимости $N_1(m)$ для изменения α_1 в диапазоне от $\alpha=0$ до $\alpha=1$.

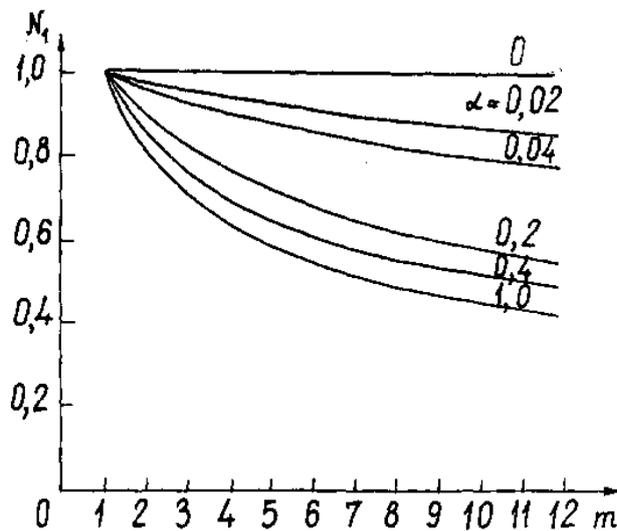


Рис. 1. Зависимость относительной величины $\bar{N}_1(m)$ производительности системы массового обслуживания от степени централизации системы (m) при различных исходных значениях α

Выводы:

1. Стохастические потоки заявок на обслуживание в системах массового обслуживания остаются без изменений только при бесконечной скорости обслуживания.

2. В реальности в большинстве случаев работы СМО имеется замедление потоков заявок на обслуживание из-за наложения времени обслуживания на интервалы поступления заявок в стохастическом потоке и

влияния структуры СМО на величины интенсивностей потока заявок на обслуживание и потока обслуживания этих заявок.

Литература

1. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. М.: Наука, 1969. – 576 с.
2. Вентцель Е.С. Исследование операций. М.: Советское радио, 1972. – 551 с.

Dmitriev S.V., doctor of technical Sciences, professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University;

Dmitrieva I.S., undergraduate, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University;

Syutkina Y.P., undergraduate, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University.

THE PERFORMANCE OF QUEUEING SYSTEMS WITH STOCHASTIC FLOW OF REQUESTS FOR SERVICING

Abstract: the interaction flow of applications and operations of service in queueing systems. The regularities of performance of service when you change the relative performance of the system.

Key words: queueing system; intensity; stream orders; flow; slow flow; the performance of the system.

УДК 549.67: 666.3.017

*Салахов А. М., кандидат технических наук, доцент, Институт физики ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,
Арискина К. А., лаборант, Институт физики ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,
Арискина Р. А., лаборант, Институт физики ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»*

АНАЛИЗ КЕРАМИЧЕСКИХ СТЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА БАЗЕ ЛЕГКОПЛАВКОЙ ГЛИНЫ С ДОБАВКОЙ ЦЕОЛИТСОДЕРЖАЩЕЙ ПОРОДЫ

Аннотация. В данной статье исследована цеолитсодержащая порода (ЦСП) Татарско-Шатрашанского месторождения. Выявлены основные свойства керамических образцов на базе глины Сахаровского месторождения с добавкой ЦСП. Установлена целесообразность использования ЦСП в технологии производства высокоэффективных керамических изделий.

Ключевые слова: керамика; цеолитсодержащая порода; глина; прочность; высокоэффективные керамические материалы

С каждым годом увеличивается спрос на керамические стеновые материалы, в то же время растут и требования к ним. Использование в качестве основы для производства керамики с хорошими прочностными и теплоизоляционными свойствами легкоплавких глин, которые требуют серьезной и часто затратной модификации, представляет проблему для инженеров.

Известно, что одним из эффективных путей решения этой проблемы является введение в исходную шихту природных добавок, создающих равномерное поровое пространство. В статье представлены результаты исследований, проводимых в данном направлении.

На территории Приволжского района располагаются крупные залежи цеолитсодержащих пород. Об уникальных свойствах ЦСП, а именно высокой пористости, малой объемной массе, избирательной пропускающей способности, связанной со специфической каркасной структурой, писали многие отечественные и зарубежные ученые [1-5]. Перед нами стояла задача исследования влияния ЦСП Татарско - Шатрашанского месторождения на легкоплавкую глину Сахаровского

месторождения.

В процессе исследования применялись следующие методы: рентгенофазовый анализ (дифрактометр XRD-7000S (Shimadzu, Япония); дифрактометр D2 Phaser (Брукер, Германия)), электронная микроскопия (EVO-50XVP) и измерение физических характеристик (пресс ПМГ – 500 МГК 4 СКБ, Стройприбор, Россия и др.).

Цеолиты – это каркасные алюмосиликаты, в структуре которых имеются сообщающиеся между собой полости, занятые катионами различных элементов (чаще щелочных и щелочноземельных) и молекулами воды, способными свободно удаляться и поглощаться структурой, благодаря чему происходит ионный обмен и обратимая дегидратация без разрушения структуры [3]. В зависимости от природных условий образования цеолитсодержащие породы могут содержать и другие минералы помимо цеолитов.

В качестве объекта исследования была выбрана цеолитсодержащая порода (ЦСП) Татарско-Шатрашанского месторождения, изменение фазового состава которой представлено на диаграмме (Рис. 1).

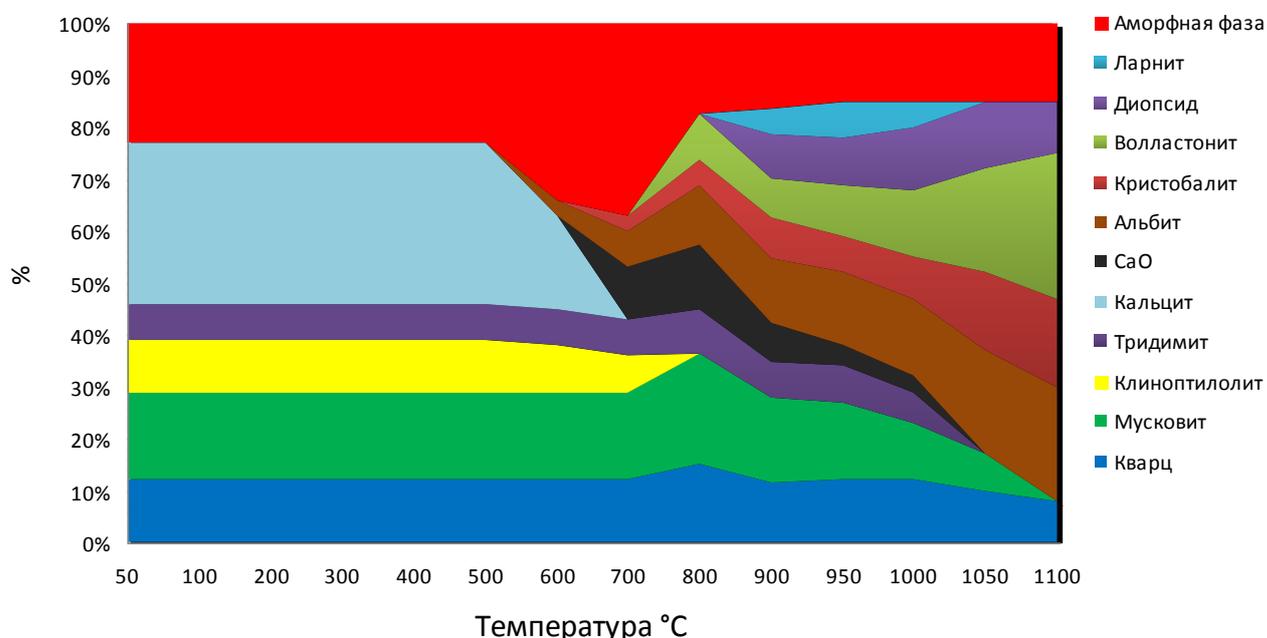


Рис. 1. Диаграмма изменения фазового состава цеолитсодержащей породы Татарско-Шатрашанского месторождения [6]

В исследуемой породе цеолиты представлены минералом клиноптилолит, доля которого не превышает 10 %. По классификации данная

порода относится к низкоцеолитизированной (клиноптиллолита менее 50%) с низкой степенью окремненности, что позволяет сделать предположение: добавка ЦСП Татарско-Шатрашанского месторождения не окажет существенного влияния на усадку и водопоглощение образцов.

На рис. 1 представлена диаграмма изменения фазового состава. Анализ диаграммы позволяет предположить, что разложение известкового шпата, начинающееся при 500°C, приводит к выделению углекислого газа и образованию оксида кальция. Постепенное разложение клиноптиллолита способствует синтезу альбита и силикатов кальция. Возможно, наличие в исходной породе аморфного кремнезема препятствует взаимодействию оксида кальция и его полное исчезновение происходит только при 1050 °С.

В качестве основы для получения энергоэффективных керамических материалов была выбрана легкоплавкая глина Сахаровского месторождения, которая представлена следующими минералами: кварц, альбит, мусковит и микроклин. В процессе обжига до 1000°C новых минеральных фаз не образует, за исключением гематита, доля которого мене 1% [6].

С целью изучения поведения глины при более высоких температурах был проведен фазовый анализ обожженного при 1050°C образца данной глины на дифрактометре D2 Phaser (Табл.1). Наблюдался прирост доли кварца, гематита и значительное увеличение доли аморфной фазы с 35 до 45%. Осколки разложившихся полностью мусковита и частично минерала альбита перешли в аморфную фазу, из которой синтезтовался минерал геленит из класса силикатов, группы мелилита с тетрагональной сингонией.

Таблица 1.

Фазовый состав образца из глины Сахаровского месторождения.

$$T_{\text{обж}} = 1050^{\circ}\text{C}$$

Аморфная фаза	Кварц	Альбит	Микроклин	Геленит	Гематит
45	36	7	8	2	2

Изначально компоненты (Сахаровская глина, ЦСП) измельчались до состояния порошка с размером частиц менее 0,5 мм. Принцип ввода ЦСП в исходную шихту следующий: доля добавки составила 5-20 % с шагом 5 %. Образцы готовились методом компрессионного формования (15 МПа). После сушки они ставились на четырехчасовой обжиг в муфельную печь LOIPLF-7/13-G2. Обжиг осуществлялся в диапазоне температур 1000 - 1150 °С с шагом 50 °С.

Введение ЦСП предполагало его комплексное действие, поскольку данная порода содержит кварц, кальцит, клиноптилолит и тридимит. Помимо отошающего действия кварца и сокращающего интервал спекания кальцита ожидалось спекающее действие клиноптилолита, которое могло усиливаться при взаимодействии с полевошпатными составляющими легкоплавкой глины.

Определение основных физико-механических характеристик полученных образцов керамики показало, что образцы незначительно меняли линейные размеры, а повышение водопоглощения и снижение плотности при увеличении содержания ЦСП свидетельствуют о значительном содержании в ЦСП карбонатов, которые разлагаются и способствуют интенсивному образованию пор (Табл. 2).

Таблица 2.

Характеристики образцов из Сахаровской глины с ЦСП Татарско-Шатрашанского месторождения. $T_{обж.}=1050\text{ }^{\circ}\text{C}$

Содержание ЦСП, %	0	5	10	15	20
Плотность, г/см ³	1,78	1,74	1,68	1,56	1,58
Водопоглощение, %	16,1	16,74	18,32	22,5	23,16
Линейная огневая усадка, %	-0,9	-0,8	-0,8	-1,1	-1,0
Прочность, МПа	23	24,5	17	8,5	9

Установлено, что при температуре обжига 1050 °С 5%-ая добавка ЦСП приводит к небольшому приросту прочности по сравнению с образцом из чистой глины при сравнительно низкой плотности. Полученный результат

объясняется активизацией процессов, сопровождающихся фазовыми превращениями. За счет кристаллизации значительной доли аморфной фазы синтезируется устойчивый минерал диопсид и увеличивается доля кристаллической фазы (Табл.3).

Таблица 3.

Фазовый состав образца из глины Сахаровского месторождения
с 5% ЦСП. $T_{обж.} = 1050^{\circ}C$

Аморфная фаза	Кварц	Альбит	Микроклин	Диопсид	Гематит
24	47	14	9	4	2

При изучении фазового состава образцов, обожженных при температуре $1150^{\circ}C$, был зафиксирован прирост доли аморфной фазы в 2 раза с увеличением добавки ЦСП от 5 до 10% (Табл.4), что связано с активизацией процесса жидкофазного спекания в результате оптимального соотношения глины и ЦСП.

Таблица 4.

Фазовый состав образцов из глины Сахаровского месторождения
с 5 и 10 % ЦСП. $T_{обж} = 1150^{\circ}C$

Содержание ЦСП, %	$T_{обж},^{\circ}C$	Аморфная фаза	Кварц	Альбит	Микроклин	Волластонит	Диопсид	Гематит
5	1150	40	32	20	1	2	2	3
10	1150	81	11,4	5,5	0,6	0,5	0	1

Таким образом, при пониженных температурах обжига ($900-1050^{\circ}C$) определяющим показателем для величины прочности является наличие в обожженном образце устойчивых минеральных фаз. Напротив, при повышенных температурах обжига ($1100-1150^{\circ}C$) для прочностной характеристики решающим показателем будет высокая доля образовавшейся аморфной фазы.

Следует отметить, что добавка ЦСП придает светлые тона керамическим изделиям благодаря высокому содержанию в составе ЦСП кальцита. При этом доля гематита уменьшается (Табл. 4).

Результаты проведенных исследований могут быть использованы в технологии создания эффективных керамических материалов.

Литература

1. Овчаренко Г. И., Свиридов В. Л., Казанцева Л. К. Цеолиты в строительных материалах. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2000. - 320 с.
2. Ашмарин А. Г., Наумкина Н. И., Губайдуллина А. М., Ласточкин В. Г. Керамические стеновые материалы на основе цеолитсодержащего глинистого сырья // Строительные материалы. - 2010. - №4. - С. 44-46.
3. Ашмарин Г. Д., Наумкина Н. И., Губайдуллина А. М. Керамические стеновые материалы на основе цеолитсодержащего глинистого сырья // Строительные материалы. - 2005. - №2. - С. 52-53.
4. Брек Д. Цеолитовые молекулярные сита. - М.: Мир, 1976. - 781 с.
5. Рыженко А. В., Ланкин С. В., Рыженко В. Х. Электрические свойства природных цеолитов, модифицированных солями висмута // Стекло и керамика. - 2015. - №3. - С. 32-35.
6. Салахов А.М., Тагиров Л.Р. Структурообразование керамики из глин, формирующих при обжиге различные минеральные фазы // Строительные материалы. - 2015. - N8. - С.68-74.

Salakhov A.M., candidate of technical sciences, assistant professor, Institute of Physics of Kazan (Volga region) Federal University

Ariskina K. A., assistant, Institute of Physics of Kazan (Volga region) Federal University,

Ariskina R. A., assistant, Institute of Physics of Kazan (Volga region) Federal University

ANALYSIS OF CERAMIC WALL MATERIALS BASED ON FUSIBLE CLAYS WITH THE ADDITION OF ZEOLITE-CONTAINING ROCKS

Abstract: This article investigated zeolite-containing rocks (ZCR) Tatar-Shatrashanskoe field. The basic properties of ceramic samples on the basis of the Sakharov clay with the addition of ZCR were identified. The expediency of using ZCR technology in high-performance ceramic products was installed.

Keywords: ceramics; zeolite-containing rocks; clay; strength; energy-efficient ceramic materials

УДК 543.42;530.145

Шайхуллина Р. М., кандидат физико-математических наук, доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО « Казанский (Приволжский) федеральный университет, E-mail: raviya1@yandex.ru

Сарваров Ф. С., кандидат физико-математических наук, зав.кафедрой, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО « Казанский (Приволжский) федеральный университет

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ И КОЛЕБАТЕЛЬНЫХ СПЕКТРОВ ПРОПИЛНИТРАТА

Аннотация. Представлены данные теоретического анализа колебательных спектров различных конформаций пропилнитрата, полученные с использованием методов теории функционала плотности (B3LYP/6-31G(d)). Установлены энергетически наиболее выгодные структуры пропилнитрата, рассчитаны соответствующие этим структурам частоты и формы нормальных колебаний. Выявлены спектральные особенности конформационного состояния пропилнитрата.

Ключевые слова: пропилнитрат; квантовая химия; молекулярная структура; конформации; колебательные спектры.

Введение

Методы колебательной спектроскопии широко используют при изучении молекулярной структуры нитросоединений, в частности, алифатических нитратов. Однако, экспериментальные спектры требуют серьезной и обоснованной интерпретации. В последние годы для решения этой проблемы с

успехом применяют квантово-химические расчеты [1-2]. Именно комплексный подход с использованием теоретического анализа молекулярного строения и колебательных спектров позволяет установить наиболее надежные спектро-структурные корреляции в ряду алифатических нитратов.

В ряде работ [3-9] были изучены энергетические, геометрические, а также спектральные параметры простейших представителей класса алифатических нитросоединений – метилнитрита, метилнитрата и этилнитрата при помощи квантово-химических расчетов. В результате установлены энергетически наиболее выгодные конформации молекул и соответствующие им спектральные особенности. Было показано преимущество использования функционала B3LYP в сочетании с базисами 6-31G(d) и 6-311++G(df,p) для расчета колебательных спектров, как наиболее близко воспроизводящих экспериментальные частоты.

Данных по изучению спектров и структуры пропилнитрата (C₂H₅-CH₂-ONO₂) немного. Детальный анализ колебательного спектра пропилнитрата (ПНА) в разных агрегатных состояниях в области частот 50-4000см⁻¹ был проведен в работе [11]. Авторы предположили, что вследствие заторможенного внутреннего вращения вокруг связей С-О и С-С молекула может существовать в виде разных форм: *транс-транс* (ТТ), *транс-гош* (ТГ), *гош-транс* (ГТ), *гош-гош* (GG), *гош-гош'* (GG'). Было показано, что в газе и жидкости ПНА представляет собой смесь конформеров с *транс*- и *гош*-ориентацией С₃H₇-, ONO₂- групп относительно С-С и С-О связей, соответственно, в кристалле остаются формы с *транс*-ориентацией этих групп, т.е. ТТ и ТГ-формы. Авторами была проведена условная интерпретация колебательного спектра на основании сравнения ИК- и КР-спектров разных агрегатных состояний и спектров молекул, содержащих С₃H₇O-, ONO₂-группы.

Цель наших исследований - определение конформаций пропилнитрата при вариации двугранных углов вокруг связей С-О и N-О на основе использования квантово-химических расчетов, детальная интерпретация соответствующих колебательных спектров.

Экспериментальная часть

Все расчеты в рамках метода теории функционала плотности (ТФП), выполняли с помощью пакета программ Gaussian03 [11]. В рамках ТФП использовался трехпараметровый обменный функционал Беке [12] в сочетании с корреляционным функционалом Ли-Янга-Парра [13] (B3LYP). Применялся стандартный базис 6-31G(d). Соответствие полученных стационарных точек поверхности потенциальной энергии минимумам проверялось вычислением матрицы Гессе и анализом полученных частот на отсутствие мнимости. Для коррекции систематических ошибок, обусловленных ограниченностью размера базисного набора функций, гармоническим приближением, на основе которого производится расчет колебаний [14], и неполным учетом электронной корреляции, силовые постоянные умножались на поправочные масштабирующие множители s : $F_{\text{масшт}ij} = (s_i s_j)^{1/2} F_{ij}$. Здесь F_{ij} – силовые постоянные в зависимых естественных координатах [14]. Преобразование к естественным координатам силовых полей, вычисленных в декартовых координатах, и масштабирование производились с помощью программы [15]. Значения масштабирующих множителей силовых постоянных, полученные в результате сравнительного анализа теоретических и экспериментальных частот, приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Масштабирующие множители силовых постоянных пропилнитрата

Валентные колебания	Множители	Деформационные колебания	Множители	Торсионные колебания	Множители
C-H	0.90	O-C-H	1.00	C-C	1.00
C-C	1.00	C-C-H	1.00	C-O	1.00
C-O	1.00	H-C-H	0.90	N-O	1.10
N-O	1.00	C-C-O	1.00		
N=O	0.90	C-O-N	1.00		
		O-N=O	1.00		
		O=N=O	1.00		

а) значение множителя для неплоских деформационных колебаний равно 1.00.

Результаты и их обсуждение

1. Исследование конформационного состояния пропилнитрата с использованием расчетного метода B3LYP/6-31G(d)

Хорошо известно, что каждому положению ядер атома отвечает свое распределение электронной плотности и единственное значение потенциальной энергии системы. Совокупность таких значений образует многомерную поверхность потенциальной энергии (ППЭ), которая содержит в себе почти всю информацию о поведении системы атомов в заданном электронном состоянии. В ходе расчетов ППЭ мы сканировали наиболее важные для конформационного состояния рассматриваемой молекулы параметры - двугранные углы связей С-О (φ_1) и С-С (φ_2) (Рис.1.). Шаг сканирования составил 30° . Полученная ППЭ, отражающая зависимость потенциальной энергии E от двух торсионных углов φ_1 (С-О связи) и φ_2 (С-С связи) представлена на рис.2.

В таблице 2 приведены геометрические параметры, значения энергии пяти наиболее устойчивых состояний молекулы ПНА, полученных в результате сканирования двугранных углов. Они соответствуют минимумам на поверхности потенциальной энергии.

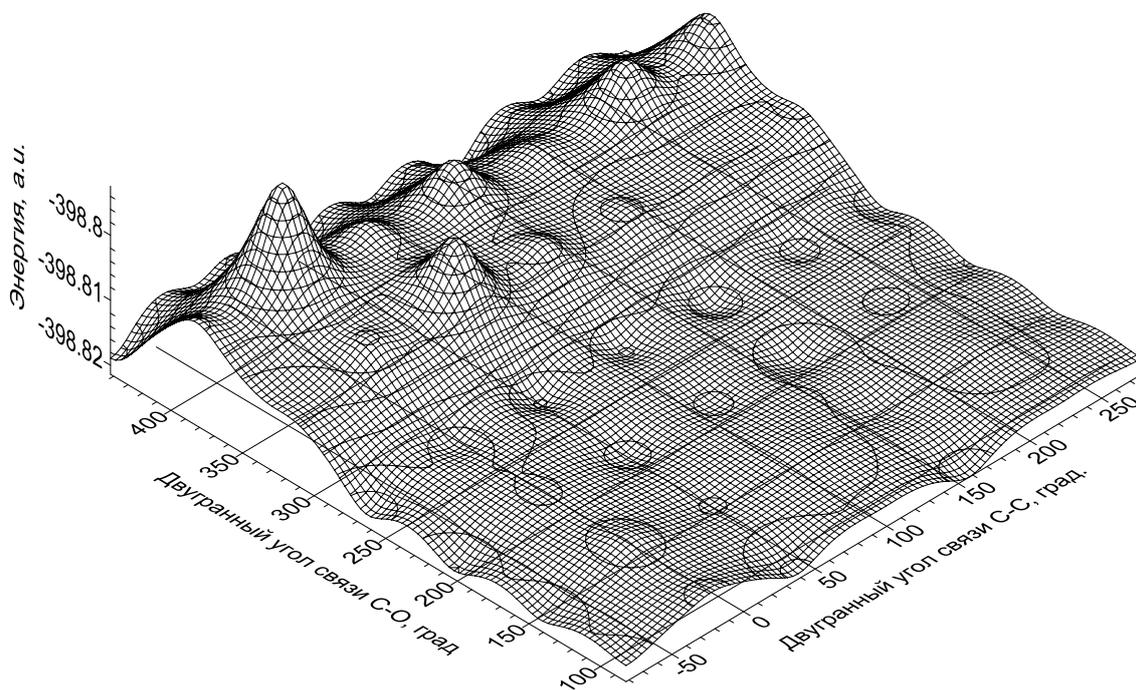


Рис.1. Зависимость потенциальной энергии от двугранных углов С-О и С-С связей (ППЭ).

Таблица 2.

Оптимизированные структуры ПНА

Структура (конформер)	I - TG	II - GT	III - TT	IV - GG	V - GG'
Энергия, A.U.	-398.8224587	-398.822433	-398.822398	-398.8221602	-398.8205783
Энергия, ккал/моль (относительно минимальной)	0	0.0161	0.0381	0.187	1.179
Двугранный угол φ_1 С-С-О-N, град	178.56	-82.15	-180.0	-82.21	102.33
Двугранный угол φ_2 С-С-С-О, град	-64.47	-175.05	179.99	-58.85	-65.94

Геометрические структуры данных молекул ПНА представлены на рис.2.

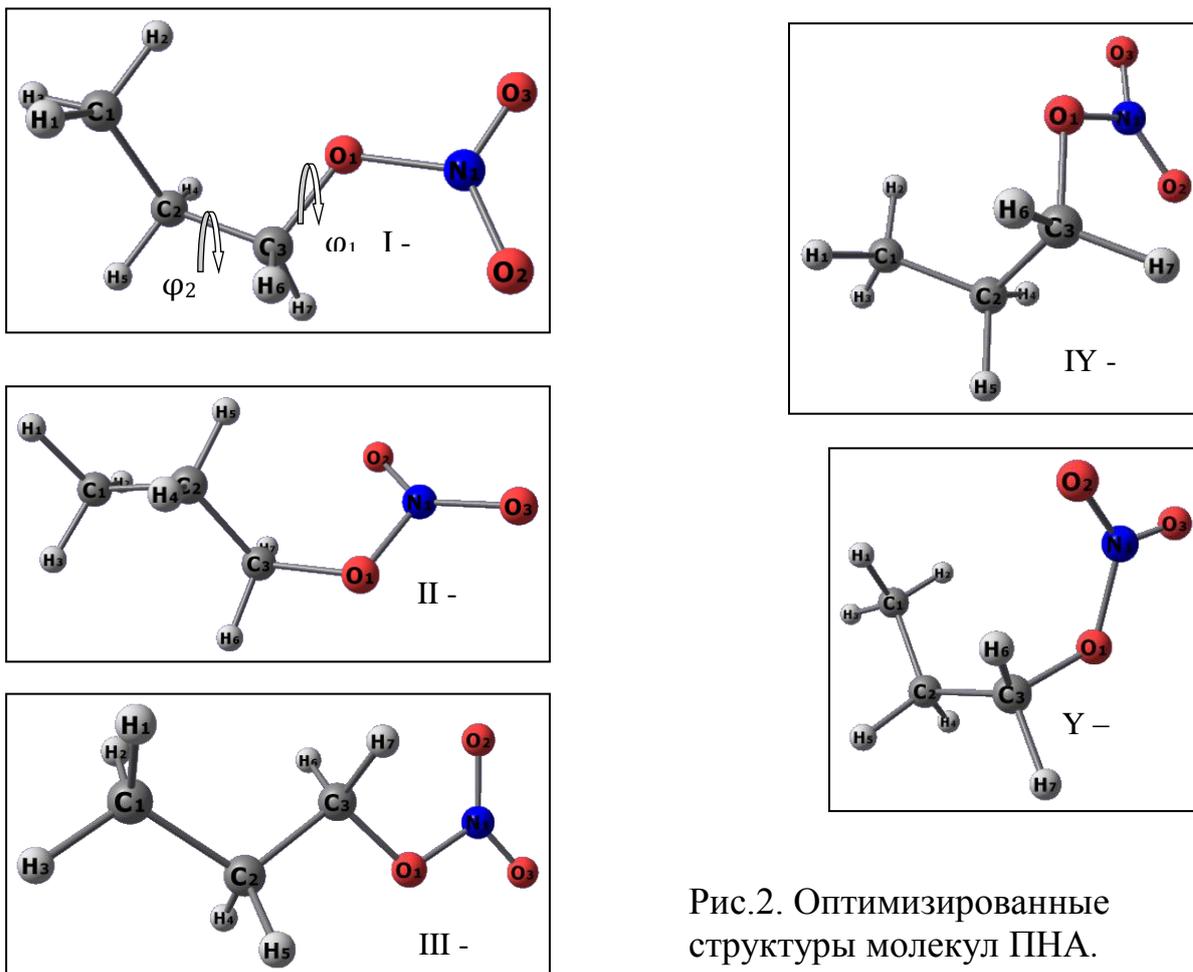


Рис.2. Оптимизированные структуры молекул ПНА.

2. Определение спектральных эффектов конформационного состояния пропилнитрата

Каждая оптимизированная структура молекулы ПНА имеет свой колебательный спектр. Теоретические колебательные спектры TG и GG- форм пропилнитрата, вычисленные в *B3LYP/6-31-G(d)*, показаны на рис.3.

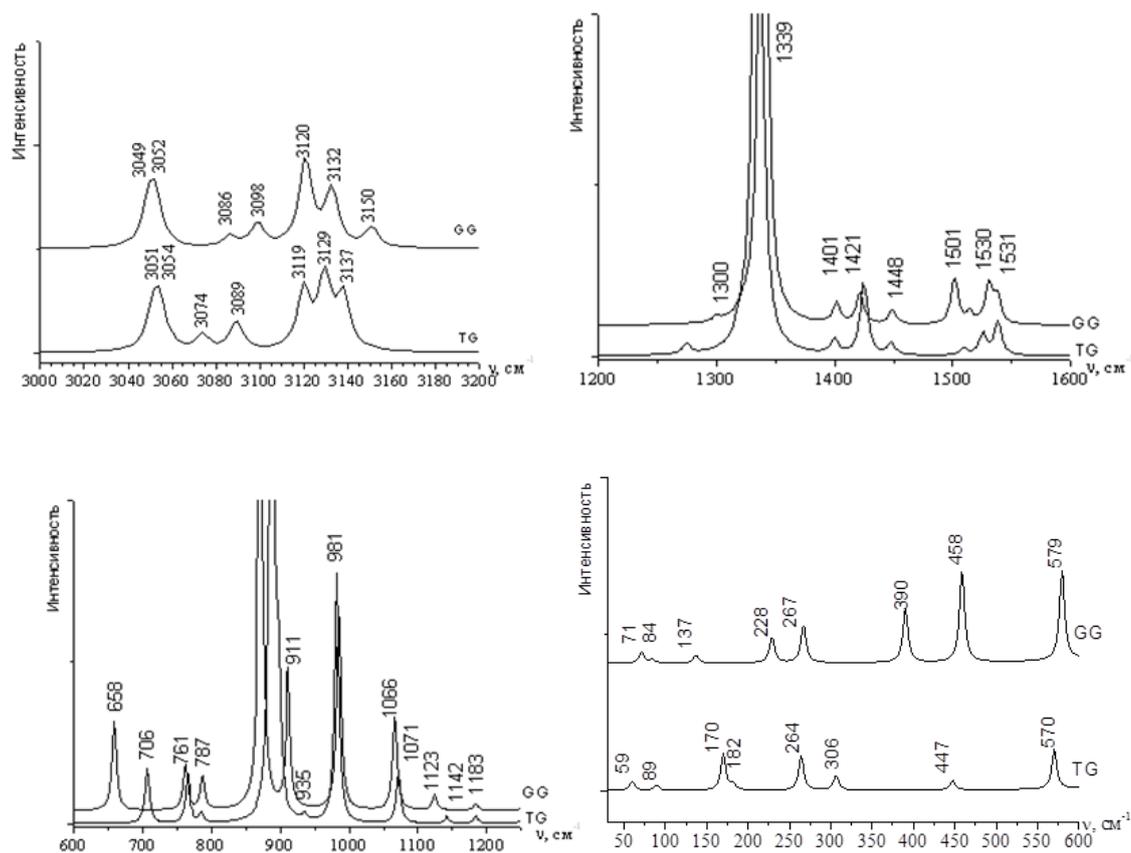


Рис. 3. Теоретические спектры *транс- гош (TG)* и *гош-гош(GG)* -форм пропилнитрата по диапазонам частот (метод B3LYP/6-31G(d)).

Рассчитанные и экспериментальные частоты, формы нормальных колебаний приведены в табл. 4. Проведем анализ спектральных характеристик (рис.3 и табл.4).

Область частот $3000-3200\text{ см}^{-1}$ ($\nu_{30} - \nu_{36}$). Частоты в этом диапазоне характерны для симметричных и антисимметричных валентных колебаний $\nu(\text{CH})$ групп CH_3 , CH_2 . Как видно из рис. 4, в спектре TG -формы молекулы значение частоты $\nu_s \text{CH}_2$ и $\nu_{as} \text{CH}_2$ у атома C3 ниже в сравнении с GG-формой: $3074(2916)$ и $3129(2969)$, $3086(2928)$ и $3150(2989)\text{ см}^{-1}$. Одной из причин этому может служить особенность электронного состояния метиленовой группы, близкого к нитратной группе. У TG-формы электроотрицательность заряда атома C3 ниже (-0.033) в сравнении с зарядом у GG –формы (-0.055), в результате, ниже электронная плотность и частота колебаний νCH_2 .

Экспериментальные и рассчитанные *B3LYP/6-31-G(d)* частоты и интенсивности
пропилнитрата

Расчет	ν , $\text{см}^{-1(6)}$		Эксперимент			
	Отнесения ^(a)	TG-форма	GG-форма	газ	жидк.	тв.сост.
v 36 ν_{as} CH ₃		3137(2976)	3132(2971)			
v 35 ν_{as} C3H ₂		3129(2969)	3150(2989)	2984	2963	2970
v 34 ν_{as} CH ₃		3119(2960)	3120(2960)	2979	2943	2943
v 33 ν_{as} C2H ₂		3089(2930)	3098(2939)	2900	2913	2913
v 32 ν_{s} C3H ₂		3074(2916)	3086(2928)			
v 31 ν_{s} CH ₃		3054(2897)	3052(2896)	2900	2913	2913
v 30 ν_{s} C2H ₂		3051(2894)	3049(2892)		2883	2883
v 29 ν_{as} NO ₂		1751 (1668)	1752(1670)	1659	1636	1620
v 28 δ_{s} C3H ₂ – δ (HCH)		1539(1478)	1501(1437)		1473	1473
v 27 δ_{as} CH ₃ - δ (HCH)		1538 (1469)	1537(1468)	1465	1465	1465
v 26 δ_{as} CH ₃ , δ_{s} C3H ₂		1526 (1457)	1530(1460)			
v 25 δ_{s} C2H ₂		1509 (1444)	1514(1449)		1448	1448
v 24 δ_{s} CH ₃		1447 (1419)	1448(1425)			
v 23 δ_{s} CH ₃ , ω C3H ₂ - δ (CCH), δ (HCH)		1424 (1409)	1421(1407)			
v 22 δ_{s} CH ₃ , ω C2H ₂ – δ (CCH), δ (HCH)		1399 (1386)	1401(1389)	1388	1378	1378
v 21 δ (C2H ₂)		1335 (1318)	1339(1320)		1312	1314
v 20 ν_{s} NO ₂		1320 (1281)	1300(1282)	1286	1283	1288
v 19 τ_{w} (CH ₂) - δ (OCH), δ (CCH)		1275 (1273)	1322(1297)		1243	1243
v 18 r (C3H ₂), δ (OCH), δ (CCH)		1183 (1181)	1183(1180)	1118		1111
v 17 ν (C1-C), δ_{s} (CH ₃)		1142 (1139)	1124(1121)	1054*	1051	1052
v 16 ν (C2-C), ν (C1-C2), ν (C-O)		1071 (1071)	1067(1065)	998*	981	983
v 15 ν (C-O)		982 (980)	984(983)	967	953	952
v 14 r (CH ₂)		935 (934)	911(910)	892	919	920
v 13 ν (C1-C2), ν (C2-C3)		897 (896)	876(876)			
v 12 ν (N-O), δ (O=N=O)		887 (884)	870(867)	859*	872	895
v 11 r (CH ₂), δ_{as} (CH ₃)		785 (785)	787(786)		775	776
v 10 γ (NO ₂)		765 (765)	761(761)	759	752	762
v 9 ν (N-O), δ (C-O-N) δ (O-N=O), δ (O=N=O)		706 (705)	658(657)	695*	699	708
v 8 δ (O-N=O), ν (N-O)		570 (569)	579(579)	574*	567	569
v 7 δ (C-C-C), ν (N-O)		447 (447)	458(459)	451*	450	450
v 6 δ (C-C-C), τ (C-C), δ (C-C-O) δ (C-O-N)		306 (306)	390(390)	341	348	353
				307	310	320
v 5 τ (C1-C2), δ (C-O-N)		264 (264)	267(267)	266	270, 284	270
v 4 τ (C1-C2)		182 (182)	229(229)			
v 3 τ (N-O), τ (C2-C3), τ (C-O)		170 (173)	137(137)	155	170	170
v 2 τ (N-O)		89 (91)	84(87)		93	-
v 1 τ (C-O)		59 (60)	71(71)			

^a ν – валентные (bond stretching); δ – деформационные (bending); δ_{s} – ножничные (scissoring); r – маятниковые (rocking); τ_{w} – крутильные (twisting); ω – веерные (wagging); τ – торсионные (torsion); as – асимметричные, s – симметричные

^bвычисленные частоты (масштабированные частоты приведены в скобках)

*- отмечены конформационно-чувствительные частоты эксперимента.

Нумерация атомов согласно рис. 2.

Частоты валентных колебаний $\nu(\text{CH})$ у CH_3 и CH_2 -групп атомов C1 и C2 отличаются незначительно.

Область частот 1650-1800 см^{-1} (ν_{29}). В этом диапазоне частот наблюдается интенсивное поглощение колебания $\nu_{\text{as}}(\text{N}=\text{O})$ с частотой 1751 (1668) см^{-1} для TG-формы и 1753 (1671) см^{-1} для GG-формы (табл.5). Конформационное состояние пропилнитрата слабо влияет на колебания $\nu_{\text{as}}(\text{N}=\text{O})$. Однако, эти колебания чувствительны к фазовому состоянию образца, в частности, в спектрах кристаллов отмечено более низкое значение частоты (на 39 см^{-1}) по сравнению со спектрами газов ПНА (табл. 4).

Область частот 1400-1580 см^{-1} (ν_{22} - ν_{28}). В данной области частот в спектрах ПНА наблюдаются полосы поглощения деформационных колебаний метильной группы – $\delta_{\text{s}}\text{CH}_3$ и $\delta_{\text{as}}\text{CH}_3$ с участием веерных $\omega(\text{CH}_2)$, ножничных $\delta_{\text{s}}(\text{CH}_2)$ колебаний метиленовой группы. Значения частот колебаний $\delta_{\text{as}}(\text{CH}_3)$ и $\delta_{\text{s}}(\text{CH}_3)$ в спектрах TG- и GG-форм отличаются незначительно (табл.4). По расчетам можно отметить высокую характеристичность ножничных колебаний $\delta_{\text{s}}(\text{CH}_2)$ метиленовой группы атома C2. Конформационные особенности отражены на ножничных колебаниях $\delta_{\text{s}}(\text{CH}_2)$ атома C3 с частотой 1539(1478) см^{-1} . При переходе от TG- к GG-форме частота этих колебаний понижается на 40 см^{-1} .

Одной из возможных причин изменения частоты можно быть образование внутримолекулярной водородной связи (ВВС), так как в GG-форме молекулы расчетное расстояние между кислородом нитрогруппы и протоном метиленовой группы составляет 2.33 Å, что меньше суммы Ван-дер-Ваальсовых радиусов этих атомов. В результате, образуется короткий контакт между этими группами, что и приводит к понижению частоты $\delta_{\text{s}} \text{CH}_2$ в спектре GG-формы.

Область частот 900-1400 см^{-1} (ν_{14} - ν_{21}).

Частоты в этом диапазоне характерны для ножничных колебаний $\delta_{\text{s}}(\text{CH}_3)$, веерных колебаний $\omega(\text{CH}_2)$ и крутильных колебаний $t\omega(\text{CH}_2)$. Отмечаются также средней интенсивности полосы поглощения валентных колебаний $\nu(\text{C}-$

O), $\nu(\text{C-C})$. При переходе от TG- к GG-форме частота $\nu(\text{CH}_2)$ повышается 1275(1272) до 1322(1297) cm^{-1} , а частота колебания $\delta_s(\text{CH}_3)$ понижается с 935(934) cm^{-1} до 911(910) cm^{-1} .

Область частот 600-900 cm^{-1} ($\nu_9 - \nu_{13}$).

В этой области спектра ПНА отмечаются поглощения при 884, 705 cm^{-1} (TG-) и 867, 657 cm^{-1} (GG-форма), обусловленные колебаниями $\nu(\text{N-O})$, $\delta(\text{CON})$, $\delta(\text{ON=O})$. Понижение частоты этих колебаний на 20-48 cm^{-1} в спектре GG-формы связано с удлинением связи N-O (с 1.41 Å у TG-формы до 1.42 Å у GG-формы) вследствие образования ВВС.

Полоса поглощения при 765 cm^{-1} , обусловленная внеплоскостными колебаниями $\gamma(\text{NO}_2)$, характеристична и не зависит от формы молекулы ПНА.

Область частот 50-600 cm^{-1} ($\nu_1 - \nu_8$). В низкочастотной области спектра (рис. 3) наблюдаются слабые по интенсивности полосы поглощения торсионных колебаний $\tau(\text{C-O})$ – при 59 (ν_1) и 71 cm^{-1} (ν_1), торсионных колебаний $\tau(\text{NO}_2)$ – при 89 (ν_2) и 84 cm^{-1} (ν_2), а также торсионных колебаний $\tau(\text{C1-C2})$ – при 182 (ν_4) и 229 cm^{-1} (ν_4), для TG- и GG-форм, соответственно. Наряду с этим, присутствуют полосы поглощения деформационных колебаний $\delta(\text{CON})$, $\delta(\text{CCC})$, $\delta(\text{ON=O})$ при 264, 306, 447 cm^{-1} и 267, 390, 458 cm^{-1} для TG- и GG-форм, соответственно. В спектрах TG-формы частоты торсионных колебаний $\tau(\text{NO}_2)$ выше на 33 cm^{-1} , частоты колебаний $\tau(\text{C-C})$ ниже на 47 cm^{-1} . В экспериментальных спектрах [10] установлено влияние фазового состояния образца на торсионные колебания, однако конформационная чувствительность не показана (табл. 4).

Таким образом, в ходе квантовохимических расчетов методом *B3LYP/6-31-G(d)* и сканирования двугранных углов вокруг связей C-O и C-C установлены конформации молекулы пропилнитрата - TG, GT, TT, GG и GG'. Рассчитаны их энергии и положение на поверхности потенциальной энергии ППЭ. Рассчитаны спектры полученных конформаций. Анализ спектров отдельно выбранных конформаций (TG и GG) позволил выявить конформационную чувствительность частот колебаний $\nu(\text{CH}_2)$, $\delta_s(\text{CH}_2)$, $\nu(\text{N-O})$, $\delta(\text{CON})$, δ

(ON=O), а также торсионных колебаний $\tau(\text{NO}_2)$, $\tau(\text{C-C})$ в низкочастотном диапазоне.

Литература

1. Шляпочников В.А. Колебательные спектры алифатических нитросоединений. - М.: Наука, 1989.
2. Шляпочников В.А., Храпковский Г.М., Шамов А.Г. Структура и колебательные спектры моонитроалканов // Известия Академии наук. Серия «Химия». - 2002. - №6.
3. Brand J.C.D., Cawthon T.M. The Vibrational Spectrum of Methyl Nitrate // J. Am. Chem. Soc. - 1955. - Vol.77.
4. Bock Ch.W., Krasnoshchiokov S.V., Khristenko L.V., Panchenko Yu.N., Pentin Yu.A. Ab Initio Analysis of Structure and Vibrational spectrum of methyl nitrate // Chem. Phys. - 1985. - Vol.106.- P.69-73.
5. Gong X.D., Xiao H.M. Studies on the molecular structures, vibrational spectra and thermodynamic properties of organic nitrates using density functional theory and ab initio methods // Journal of Molecular Structure (Theochem). -2001. -Vol.572. - P.213-221.
6. Береснева Г.А., Христенко Л.В., Пентин Ю.А. Колебательный спектр и поворотная изомерия этилнитрата // Вестник Московского Университета. Серия 2. «Химия». - 1985. -Т.26. - №1. - С.34-40.
7. Durig J.R., Sheehan T.G. Raman spectra, vibrational assignment, structural parameters and ab initio calculations for ethyl nitrate // Journal of Raman Spectroscopy. - 1990. - Vol.21. - P.635-644.
8. Шайхуллина Р.М., Храпковский Г.М., Зверева Е.Е., Мазилев Е.А. Квантово-химическое изучение молекулярной структуры и колебательных спектров метилнитрита // Бутлеровские сообщения. - 2010. - Т.19. - №3. -С.10-20.
9. Шайхуллина Р.М., Храпковский Г.М., Зверева Е.Е. Квантово-химическое изучение молекулярной структуры и колебательных спектров метилнитрата и этилнитрата // Бутлеровские сообщения. - 2015. - Т.42. - №5. - С.152-161.

10. Береснева Г.А., Христенко Л.В., Пентин Ю.А. Колебательный спектр и поворотная изомерия пропилнитрата // Вестник Московского Университета. Сер.2. «Химия». - 1985. - Т.26. - №5. - С.443-447.
11. M.J. Frisch, G.W. Trucks, H.B. Schlegel, G.E. Scuseria, M.A. Robb, J.R. Cheeseman, J.A. Montgomery, T. Vreven-jr, K.N. Kudin, J.C. Burant, J.M. Millam, S.S. Iyengar, J. Tomasi, V. Barone, B. Mennucci, M. Cossi, G. Scalmani, N. Rega, G.A. Petersson, H. Nakatsuji, M. Hada, M. Ehara, K. Toyota, R. Fukuda, J. Hasegawa, M. Ishida, T. Nakajima, Y. Honda, O. Kitao, H. Nakai, M. Klene, X. Li, J.E. Knox, H.P. Hratchian, J.B. Cross, C. Adamo, J. Jaramillo, R. Gomperts, R.E. Stratmann, O. Yazyev, A.J. Austin, R. Cammi, C. Pomelli, J.W. Ochterski, P.Y. Ayala, K. Morokuma, G.A. Voth, P. Salvador, J.J. Dannenberg, V.G. Zakrzewski, S. Dapprich, A.D. Daniels, M.C. Strain, O. Farkas, D.K. Malick, A.D. Rabuck, K. Raghavachari, J.B. Foresman, J.V. Ortiz, Q. Cui, A.G. Baboul, S. Clifford, J. Cioslowski, B.B. Stefanov, G. Liu, , A. Liashenko, P. Piskorz, I. Komaromi, R.L. Martin, D.J. Fox, T. Keith, M.A. Al-Laham, C.Y. Peng, A. Nanayakkara, M. Challacombe, P.M.W. Gill, B. Johnson, W. Chen, M.W. Wong, C. Gonzalez, J.A. Pople. GAUSSIAN 03, Revision B.05; Gaussian, Inc.: Wallingford CT, 2004.
12. Beck A.D. // Phys. Rev., A. - 1988. - Vol.38(6). - P.3098.
13. Lee C., Yang W., Parr R.G. // Phys.Rev., B. 1988. -Vol.41(2). - P.785.
14. Волькенштейн М.В. Структура и физические свойства молекул.- М.-Л.: АН СССР, 1955.
15. Sipachev V.A. // J. Mol. Structur. - 2001. - Vol.67. - P.567.

Shaikhullina R. M., candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Naberezhnye Chelny Institute (branch) of Kazan Volga Federal University Sarvarov F.S, candidate of Physical and Mathematical Sciences, Head of Department of Physics, Naberezhnye Chelny Institute (branch) of Kazan Volga Federal University

THEORETICAL STUDY OF THE MOLECULAR STRUCTURE AND
VIBRATIONAL SPECTRA OF PROPYL NITRATE

Abstract. The structure and vibrational spectra of different conformations propyl nitrate were analyzed based on density functional theory (DFT) calculations by employing the Gaussian 03 package. The molecular geometries were fully optimized by using the Becke's three-parameter hybrid exchange functional combined with the Lee–Yang–Parr correlation functional (B3LYP) and using the 6-31G(d) basis set. Vibrational frequencies of the most energetically favorable conformers of propyl nitrate were calculated. The spectral features of the conformational state of these molecules were determined.

Keywords: propyl nitrate; quantum chemistry; molecular structure; conformation; vibrational spectra.

УДК 665.6/.7

Фазуллин Д.Д., ведущий инженер, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»;

Маврин Г.В., кандидат химических наук, доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КОНЦЕНТРАТА ОТРАБОТАННОЙ ЭМУЛЬСИИ «ИНКАМ-1» В КАЧЕСТВЕ ИНГИБИТОРА КОРРОЗИИ

Аннотаци.: Исследован состав концентрата отработанной эмульсии «Инкам-1», которая образуется в результате мембранного разделения отработанной эмульсии. Основные компоненты концентрата: нефтепродукты, жиры, НПАВ. Проведены исследования физико-химических свойств концентрата: водородный показатель, плотность, растворимость. Проведены коррозионные испытания для стали марки «Сталь 20», с использованием концентрата отработанной эмульсии Инкам-1 в качестве ингибитора коррозии. Определена скорость коррозии, степень защиты стали и оптимальная концентрация ингибитора коррозии. Проведены сравнительные коррозионные испытания с ингибиторами коррозии марок: «Амфикор-Н» и «СНПХ». В связи с положительными результатами испытаний, возможно использование в качестве ИК концентрат отработанной эмульсии «Инкам-1».

Ключевые слова: эмульсия, ингибитор коррозии, скорость коррозии, нефтепродукты, сталь.

Основным назначением ингибиторов коррозии является снижение агрессивности газовых и электролитических сред, а также предотвращение активного контакта металлической поверхности с окружающей средой. Это

достигается путем введения ингибитора в коррозионную среду, в результате чего резко уменьшается сольватационная активность ее ионов, атомов и молекул. Кроме того, падает и их способность к ассимиляции электронов, покидающих поверхность металла в ходе его поляризации. На металле образуется моно- или полиатомная адсорбционная пленка, которая существенно ограничивает площадь контакта поверхности с коррозионной средой и служит весьма надежным барьером, препятствующим протеканию процессов саморастворения. При этом важно, чтобы ингибитор обладал хорошей растворимостью в коррозионной среде и высокой адсорбционной способностью как на ювенильной поверхности металла, так и на образующихся, на нем пленках различной природы.

По механизму действия ингибиторы делятся на адсорбционные и пассивационные. Ингибиторы-пассиваторы вызывают формирование на поверхности металла защитной пленки и способствуют переходу металла в пассивное состояние. Наиболее широко пассиваторы применяются для борьбы с коррозией в нейтральных или близких к ним средах, где коррозия протекает преимущественно с кислородной деполяризацией. Механизм действия таких ингибиторов различен и в значительной степени определяется их химическим составом и строением. Различают несколько видов пассивирующих ингибиторов, например, неорганические вещества с окислительными свойствами (нитриты, молибдаты, хроматы).

Наиболее широко распространенными являются ингибиторы на основе азотсодержащих соединений. Защитный эффект проявляют алифатические амины и их соли, аминоспирты, аминокислоты, азометины, анилины, гидразиды, имидазы, акрилонитрилы, имины, азотсодержащие пятичленные (бензимидазолы, имидазолины, бензотриазолы и т.д.) и шестичленные (пиридины, хинолины, пиперидины и т.д.) гетероциклы [1].

Предложена классификация ИК, как ПАВ с делением их на водорастворимые (ВИК), водомаслорастворимые (ВМИК) и маслорастворимые (МИК). ВИК, ВМИК и МИК всех типов являются ПАВ,

которые по олеофильно-гидрофильному или гидрофильно-липофильному балансу и критической концентрации мицеллообразования в полярной или малополярной среде делятся на пять групп.

По механизму действия ВМИК и МИК в неполярных (углеводородных средах) согласно предложенной классификации делятся на ИК хемосорбционного типа доноры или акцепторы электронов, на ИК адсорбционного (экранирующего типа) и на быстродействующие, водовытесняющие вещества [2].

В настоящее время применяются такие ИК, как «Амфикор», «СНПХ-1004». Данные реагенты зарекомендовали себя положительно, но недостатком является высокая стоимость реагентов. Встает вопрос о разработки новых химических реагентов, не уступающих защитным свойствам современных ингибиторов коррозии (ИК) и обладающие низкой стоимостью.

В связи с этим целью настоящей работы заключается в снижение техногенной опасности на нефтепромысловом оборудовании, путем использования концентрата отработанной эмульсии «Инкам-1», полученного мембранным разделением в качестве ИК.

Отработанные СОЖ, представляют собой 3-10 % -ные растворы эмульсолов, в состав которых входят индустриальные масла, асидол, этиленгликоль, нитрит натрия и другие вещества [3, 4]. На машиностроительных предприятиях используются СОЖ с коротким сроком эксплуатации, так и достаточно стойкие со сроком использования несколько месяцев. Наиболее потребляемым заводами ПАО «КАМАЗ» является СОЖ марки «Инкам-1» более 4000 т/год, остальные виды СОЖ используются менее 1000 т/год. Поэтому в качестве объекта исследования выбрана эмульсия марки «Инкам-1».

Эмульсия марки «Инкам-1» – система, включающая в себя минеральное масло, эмульгаторы, ингибитор коррозии, бактерицидную добавку и воду. Применяется для обработки чугуна, цветных металлов,

алюминиевых сплавов, сталей в концентрации 3-15 % масс. Эмульсия с содержанием концентрата 3 % (масс.) выдерживает испытания на коррозионную агрессивность методом контактных пар в течение 168 часов. Обладает стабильным запасом щелочности, эмульгируемости, биостойкости, антикоррозионной защиты при высоких смазочных свойствах. Производитель – ООО "Иниш", г. Смоленск [5].

После очистки по технологической схеме на основе мембранных методов очистки проведены испытания по очистке отработанной эмульсии марки «Инкам-1» [6]. Концентрат эмульсии, полученный после мембранного разделения предложено использовать в качестве ингибитора коррозии. Для дальнейшего использования определен его компонентный состав, результаты представлены в рисунке 1.

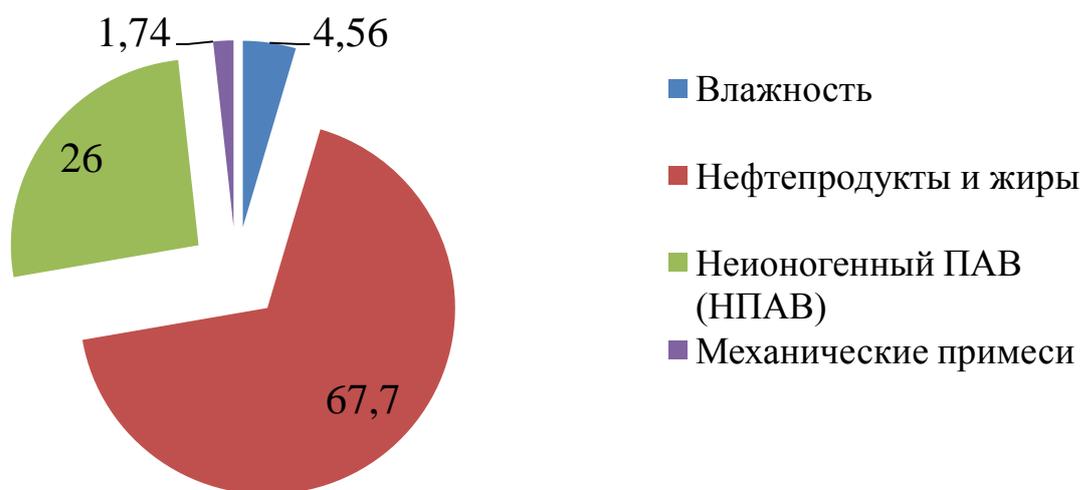


Рис.1.

Компонентный состав концентрата отработанной эмульсии «Инкам-1»

Из рисунка 1 следует, в составе концентрата отработанной СОЖ Инкам-1 основные компоненты НП и НПАВ, также в составе присутствует вода и механические примеси.

Используемые в настоящее время ИК состоят в основном из НПАВ – четвертичные аммониевые основания; фосфиты и фосфаты; диалкил- и

диарилдитиофосфаты цинка и других металлов, нитрованные масла, окисленный петролатум, полные и неполные (кислые) сложные эфиры, продукты оксиэтилирования и оксипропилирования [7].

Для сравнения свойств концентрата отработанной СОЖ «Инкам-1» с серийно выпускаемыми ИК провели исследования физико-химических свойств: водородный показатель, плотность, исследование растворимости.

Значения водородного показателя (рН) концентрата определили согласно методики [8] для твердых и жидких отходов производства и потребления, осадков, шламов, активного ила, донных отложений потенциометрическим методом.

Для определения плотности ингибитора использовали методику, основанные на ГОСТ 3900. «Нефть и нефтепродукты. Методы определения плотности». Сущность метода заключается в погружении ареометра в испытуемую жидкость, снятии показания по шкале ареометра при температуре определения и пересчете результатов на плотность при температуре 20° С.

Так же определили растворимость концентрата следующим способом. Испытания для определения и растворимости, и диспергируемости провели в стеклянной прозрачной химической посуде с пробкой при комнатной температуре. В них готовили смеси ингибитора в исследуемом растворителе различных концентраций (от 0 до 50%). Смеси интенсивно перемешивали встряхиванием. При этом ингибитор должен либо растворяться, либо, диспергируясь, образовывать эмульсию. Для практики имеет значение устойчивость возникшего состояния. Оба показателя оцениваются визуально на фоне листа белой бумаги в проходящем свете периодически в течение интервала времени от 1 ч до 7 сут. [9].

Результаты исследований физико-химических свойств сравнены с наиболее часто применяемыми в нефтедобыче ИК (таблица 1).

Физико-химические свойства ингибиторов коррозии

Ингибитор коррозии	Показатель		
	pH, ед pH	Плотность, г/см ³	Растворимость
Концентрат отраб. «Инкам-1»	6,9±0,1	0,940 ± 0,047	Образует эмульсию в воде
«СНПХ-1004»	6 – 9	0,880 ± 0,044	Растворим в воде, спиртах
«НАПОР-1007»	6 – 9	0,890 ± 0,045	Растворим в ароматических углеводородах, спиртах, в воде диспергирует
«Амфикор»	5,5 – 7	-	Растворим в воде и спиртах В нефти растворяется ограниченно

По результатам исследованных показателей концентрат отработанной эмульсии «Инкам-1» ближе по свойствам с ИК марки «НАПОР-1007». Вследствие схожести физико-химических свойств, концентрат отработанной эмульсии «Инкам-1», использовали концентрат в качестве ИК и провели испытания на защитные свойства от коррозии.

Проведены испытания в коррозионной среде для стали марки «Сталь 20» гравиметрическим методом по ГОСТ 9.506-87 («Ингибиторы коррозии металлов в водно-нефтяных средах»). В качестве металлических образцов использовали металлические пластины прямоугольной формы размером 70x35x0,5 мм из стали марки «Сталь 20», из которой изготавливаются трубопроводы для нефтепромысла. Для активации поверхности перед испытанием образцы погружали на 1 минуту в раствор 15%-ной соляной кислоты (HCl), затем тщательно промывали проточной и дистиллированной водой, высушивали фильтровальной бумагой. Непосредственно перед испытанием образцы взвешивали на аналитических весах с погрешностью не более 0,0001 г. Образцы навешивали на подвеску, помещали в стеклянный стакан. Для создания динамических условий в растворы перемешивали с

помощью магнитных мешалок. В качестве испытуемой среды использовали ингибированные и неингибированные модельные пластовые воды, приготовленные согласно ГОСТ 9.506-97, объемом по 130 см³. В качестве ИК добавляли концентрат отработанной эмульсии «Инкам-1» [11].

Для определения потери массы образцов поверхность очищали от продуктов коррозии бензином, спиртом и мягкой антикоррозионной резинкой, тщательно промывали водопроводной и дистиллированной водой, высушивали фильтровальной бумагой. И взвешивали на аналитических весах с точностью до 0,0001 г.

Результаты испытаний в коррозионной среде представлены в таблице 2.

Таблица 2

Зависимость скорости коррозии и степени защиты стали (марки «Сталь 20») от концентрации ИК

Коррозионная среда	Дозировка ИК	Средняя скорость коррозии, мм/год	Степень защиты, %
Пластовая вода без добавок	-	0,1465	-
+ 0,2 см ³ конц. Инкам-1	1,5 г/дм ³	0,1010	22,1
+ 0,5 см ³ конц. Инкам-1	3,8 г/дм ³	0,1065	27,3
+ 1 см ³ конц. Инкам-1	7,7 г/дм ³	0,1095	25,3
+ 5 см ³ конц. Инкам-1	38,5 г/дм ³	0,1282	12,4

Результаты исследований показали, что при использовании в качестве ИК концентрата отработанной эмульсии «Инкам-1» скорость коррозии снижается. Оптимальной концентрацией, ИК при которой достигается максимальная степень защиты в 27,3%, определена концентрация 3,8 г/дм³.

Так же проведены коррозионные испытания с добавлением серийно выпускаемых ингибиторов коррозии.

Результаты испытаний на скорость коррозии и степени защиты стали
(марки «Сталь 20»)

Коррозионная среда	Дозировка ИК	Средняя скорость коррозии, мм/год	Степень защиты, %
Пластовая вода без добавок	-	0,1109	-
«СНПХ-1004»	3,8 г/дм ³	0,0173	84,4
«Амфикор»-Н		0,0518	53,3
Конц. «Инкам-1»		0,0794	28,4

Из таблицы 3 видно, что при одинаковых условиях испытаний высокую степень защиты среди представленных показал ИК марки «СНПХ-1004». Худшими показателями степени защиты стали обладает ИК – концентрат отработанной эмульсии «Инкам-1». Но так как серийно выпускаемые ИК дорого стоят, а концентрат отработанной эмульсии образуется как отход от очистки водомасляных эмульсий. Поэтому возможно использование в качестве дешевого ИК концентрат отработанной эмульсии «Инкам-1» полученный после мембранного разделения.

Литература

1. Хайруллина Э.Р. Опыт и перспективы ингибиторы защиты нефтепромыслового оборудования // Нефтегазовое дело. - 2004
2. Тронов В.П. Вопросы подготовки нефти, газа и воды за рубежом. - М.: ВНИОЭНГ, 1974.
3. Костюк В.И. Очистка сточных вод машиностроительных предприятий : для инженеров и учащихся втузов. – Киев: Техника, 1990.
4. Евдокимов, А.Ю. Экологические проблемы рационального использования отработанных смазочных материалов: автореферат дисс, ... докт. техн. наук. - М., 1997..
5. ПНД Ф 14.1:2.98-97 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений жесткости в пробах природных и очищенных сточных вод.

6. Фазуллин Д.Д., Маврин Г.В. Технология очистки водоэмульсионных сточных вод с доочисткой мембранными и сорбционными методами // Технологии нефти и газа. – 2014. - №4(93).
7. Ключников Н.Г. В кн.: Ингибиторы коррозии металлов. - М.: Судостроение, 1965.
8. ПНД Ф 16.2.2:2.3:3.33-02 — Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений значения водородного показателя (рН) твердых и жидких отходов производства и потребления, осадков, шламов, активного ила, донных отложений потенциометрическим методом.
9. Методические указания по испытанию ингибиторов коррозии для газовой промышленности. – М.: РАО "Газпром", ВНИИГАЗ, 1996.
10. Виноградов С.Н., Волчихин В.И., Ширина Е.В., Мещерская А.С. Исследование коррозионной стойкости конструкционных сталей в пластовой воде // Технические науки. Машиностроение и машиноведение – 2008. - №4.
11. Фазуллин Д.Д., Маврин Г.В., Шайхиев И. Г. Исследование свойств концентрата отработанной эмульсии «Инкам-1» в качестве ингибитора коррозии // Вестник технологического университета. – 2015. - №15. – Т.18.

Fazullin D.D. Lead Engineer, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University
Mavrin G.V. candidate of chemistry Sciences, assistant professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University

THE STUDY OF THE PROPERTIES OF THE CONCENTRATE WASTEWATER EMULSIONS "INKAM-1" AS A CORROSION INHIBITOR

Abstract: We Investigated the composition of the concentrate wastewater emulsions "Inkam-1", which is formed by membrane separation of the waste emulsion. The main components of the concentrate: oil products, fats and nonionic surfactants. Conducted study of the physicochemical properties of the concentrate: pH, density, solubility. Conducted corrosion tests for steel "Steel 20", using a concentrate waste emulsion Inkam-1 as a corrosion inhibitor. Determined the corrosion rate, the degree of protection of steel and the optimum concentration of the corrosion inhibitor. Comparative corrosion tests with the corrosion inhibitors brands: "Amphicor-N" and

"СНPH". In connection with positive test results, can be used as corrosion inhibitor concentrate wastewater emulsions "Inkam-1".

Key words: emulsion, corrosion inhibitor, corrosion, oil products, steel.

УДК 519.6: 629.33.01(075.8)

Павленко А.П., кандидат технических наук, доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»;

Мухаметдинов М.М., кандидат технических наук, доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИПЕРСТЕРЖНЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ОБВОДА АВТОМОБИЛЯ

Аннотация. В работе обобщены линейные дифференциальные уравнения деформации стержней, работающих на растяжение-сжатие, кручение или изгиб в уравнение гиперстержня. На основании механической аналогии деформации стержней и интерполирования сплайнами показано, что решения уравнения гиперстержня могут быть использованы для получения сплайнов высших степеней с весовой и управляющей функциями, позволяющими регулировать форму сплайна для задания обвода автомобиля.

Ключевые слова: обвод, стержень, гиперстержень, балка, сплайн, линейный сплайн, квадратичный сплайн, кубический сплайн, сплайны высоких степеней, сплайны переменной жёсткости, весовая функция, жёсткость, управляющая функция.

1. Введение. Автомобилестроители вынуждены постоянно обновлять внешние формы (обводы) автомобилей, что требует совершенствовать методы их задания. Еще недавно автомобили имели прямолинейные («жёсткие») формы, как ВАЗ-2108/09, или слегка округлые формы, задаваемые линейкой и циркулем. Также применялись лекала, участки которых были образованы многочленами 2-й и 3-й степеней. Лекала позволяли задавать плавные («мягкие», гладкие) формы, отвечающие современным веяниям моды. На современном этапе для задания обводов широко применяются методы на

основе сплайнов, алгоритмы которых реализованы в программном обеспечении практически всех систем автоматизированного проектирования.

Имеется множество видов сплайнов, которые, как правило, разделяют по выражению для участков сплайна, представляющее собой многочлен определенной степени, на линейный, квадратичный, кубический и т.д., соответственно. Из них широкое применение нашёл кубический сплайн, имеющий механическую аналогию в виде деформации гибкой рейки, вызванной заданным смещением её опор. Об аналогиях других сплайнов известно мало.

Данная работа посвящена обобщению сплайнов с позиции механической аналогии как деформируемого стержня с целью получения новых интерполяционных сплайнов, и, следовательно, новых инструментов для задания обводов автомобиля.

2. Линейный сплайн. Линейный сплайн представляет собой ломаную линию, последовательно соединяющую прямыми отрезками заданные точки (узлы). В работах [1, 2] рассмотрено его получение с позиции механической аналогии. Линейный сплайн является функцией осевых перемещений стержня, растянутого под действием внутренних реакций, вызванных заданным смещением точек этого стержня. Дифференциальное уравнение деформации стержня, работающего на растяжение-сжатие, запишется в виде:

$$(2.1) \quad -[C(x)u'(x)]' = p(x), \quad \forall x \in (a, b),$$

где $C(x)$ – функция жёсткости; $u(x)$ – функция осевых перемещений; $p(x)$ – функция внешней распределённой осевой нагрузки; ось Ox направлена вдоль продольной оси стержня.

Для построения численного алгоритма выберем расчётную сетку:

$$(2.2) \quad \Delta: a = x_0 < x_1 < \dots < x_n = b.$$

Введём в рассмотрение кусочно-постоянные функции жёсткости и внешней нагрузки:

$$(2.3) \quad C(x) = C_i, \quad p(x) = p_i, \quad \forall x \in [x_{i-1}, x_i], \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

С учётом (2.3) и того, что сплайн является функцией перемещений стержня $s(x) = u(x)$, уравнение (2.1) преобразуется к виду:

$$(2.4) \quad -C_i s''(x) = p_i \text{ или } s''(x) = -\frac{p_i}{C_i}, \quad \forall x \in (x_{i-1}, x_i).$$

Согласно высказанной выше механической аналогии на сплайн не действует внешняя нагрузка, в этом случае $p_i = 0$ и уравнение (2.4) преобразуется к следующему однородному уравнению:

$$(2.5) \quad s''(x) = 0, \quad \forall x \in (x_{i-1}, x_i).$$

Дважды понижая порядок уравнения (2.5) операцией неопределённого интегрирования получим его решение в виде:

$$(2.6) \quad s(x) = c_{1,i}x + c_{2,i}, \quad \forall x \in (x_{i-1}, x_i),$$

где $c_{1,i}$, $c_{2,i}$ – произвольные постоянные, полученные после первого и второго интегрирования, соответственно.

Решение (2.6) уравнения (2.5) представляет собой многочлен первой степени (прямой отрезок) и также является однородным решением уравнения (2.4). Решение в виде (2.6) названо решением в кусочно-полиномиальной форме.

Линейный сплайн еще называют однородным линейным сплайном постоянной или кусочно-постоянной жёсткости, т.к. выражение для участка этого сплайна (2.6) является однородным решением дифференциального уравнения деформации стержня кусочно-постоянной жёсткости (2.4) и в него не входят значения функции жёсткости.

В данной интерпретации отрезок прямой понимается как растянутая эластичная нить. Очевидным недостатком линейного сплайна является отсутствие гладкости, т.е. разрыв первых производных в узлах.

3. Квадратичный сплайн. В работах [1, 2] задача получения сплайна поставлена следующим образом: необходимо найти внешнюю распределённую осевую нагрузку на стержень заданной кусочно-постоянной жёсткости, вызывающую заданные перемещения в точках расчётной сетки. Тогда

выражение для участка неоднородного линейного сплайна получается из неоднородного решения уравнения (2.4). Дважды понижая порядок уравнения (2.4) операцией неопределённого интегрирования получим его решение в кусочно-полиномиальной форме:

$$(3.1) \quad s(x) = -\frac{P_i}{2C_i} x^2 + c_{1,i}x + c_{2,i}, \quad \forall x \in (x_{i-1}, x_i).$$

Неоднородное решение (3.1) представляет собой полином второй степени (параболу), но с определённым коэффициентом при x^2 .

В выражении (3.1) значения функции жёсткости на участках C_i , $i = 1, 2, \dots, n$ заранее задаются, поэтому функция жёсткости $C(x)$ в данном случае является весовой функцией. Значения функции внешней нагрузки p_i , $i = 1, 2, \dots, n$ требуют определения, поэтому функция внешней нагрузки $p(x)$ является управляющей функцией. Неизвестные значения нагрузки p_i являются неизвестными коэффициентами сплайна и находятся из условий сопряжения (склейки) участков во внутренних узлах сетки, аналогичным условиям неразрывности внутреннего силового фактора (ВСФ), в данном случае – условия непрерывности функции осевой силы $N(x) = -\int p(x)dx = C(x)u'(x)$, которые с учётом (2.3) записываются в виде:

$$(3.2) \quad N(x_i - 0) = N(x_i + 0) \text{ или } C_i s'(x_i - 0) = C_{i+1} s'(x_i + 0), \quad i = 1, 2, \dots, n-1.$$

Из условий (3.2) следует, что неразрывность первой производной можно обеспечить равенством значений функции жёсткости на участках $C_i = C_{i+1}$, $i = 1, 2, \dots, n-1$, т.е. при постоянной функции жёсткости по всей длине сплайна $C_i = C_0$, которую при практических расчётах можно назначить $C_0 = 1$. В исключительных случаях может потребоваться дополнительная регулировка интерполирующей функции. Поэтому оставлена возможность изменения этого весового параметра за счёт компромисса с разрывом первой производной.

Система (3.2) совпадает с системой линейных алгебраических уравнений метода конечных элементов (МКЭ) для нахождения узловых перемещений

стержня кусочно-постоянной жёсткости, работающего на растяжение-сжатие. Системе (3.2) не достаёт одного уравнения, берущегося из краевых условий.

4. Кубический сплайн. В работе [3] задача получения сплайна поставлена следующим образом: необходимо найти функцию прогибов неразрезной многоопорной балки постоянной жесткости под действием внутренних реакций, возникших в результате заданного смещения опор балки. Такая задача является многоточечной краевой задачей.

Дифференциальное уравнение деформации стержня, работающего на поперечный изгиб, записывается следующим образом:

$$(4.1) \quad [EI(x)v''(x)]'' = q(x), \quad \forall x \in (a, b),$$

где $EI(x)$ – функция жесткости на изгиб; $v(x)$ – искомая функция прогибов; $q(x)$ – распределенная (погонная) внешняя поперечная нагрузка; ось Ox направлена вдоль оси стержня.

Отметим, что внешняя нагрузка к балке не прикладывается, поэтому необходимо решить однородное дифференциальное уравнение деформации балки:

$$(4.2) \quad [EI(x)v''(x)]'' = 0, \quad EI(x) = const \Rightarrow v^{IV}(x) = 0 \quad \forall x \in (a, b).$$

Чтобы учесть заданные перемещения опор, необходимо использовать сеточные методы решения уравнений. Будем решать уравнение (4.2) на заданной сетке узлов $\Delta: a = x_0 < x_1 < \dots < x_n = b$ по участкам:

$$(4.3) \quad v^{IV}(x) \cong s^{IV}(x) = 0 \quad \forall x \in (x_{i-1}, x_i), \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Решением уравнения (4.3) будет полином третьей степени с неизвестными коэффициентами:

$$(4.4) \quad s(x) = \int \int \int \int 0 dx dx dx dx = c_{1,i}x^3 + c_{2,i}x^2 + c_{3,i}x + c_{4,i} \\ \forall x \in (x_{i-1}, x_i), \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

Неизвестные значения коэффициентов сплайна находятся из условий непрерывности функции изгибающего момента $M(x) = EI(x)v''(x)$ в узлах,

образующих систему уравнений, которой недостаёт двух уравнений, берущихся из краевых условий.

Отметим, что для кубического сплайна известно четыре классических типа краевых условий. Первый тип заключается в задании значений первых производных в крайних узлах сплайна, второй – вторых производных, третий – записывается для замкнутых или периодических кривых (условии сопряжения начального и конечного участков), четвёртый – в продолжение сплайна в многочлене, соответствующем степени сплайна, интерполирующем крайние и, по необходимости, соседние с ними участки.

5. Гиперстержень. На основании вышесказанного можно заключить, что линейный сплайн является однородным решением дифференциального уравнения деформации стержня, работающего на растяжение-сжатие. Аналогичный результат можно получить, рассмотрев дифференциальное уравнение деформации стержня, работающего кручение [3]. Квадратичный сплайн получается на основе неоднородного решения дифференциального уравнения деформации стержня, работающего на растяжение-сжатие или кручение. Данное уравнение представляет собой линейное дифференциальное уравнение второго порядка. А вот кубический сплайн является однородным решением дифференциального уравнения деформации стержня, работающего на изгиб – балки, представляющего собой линейное дифференциальное уравнение четвёртого порядка. Таким образом, сплайн четвёртой степени – это неоднородное решение дифференциального уравнения деформации балки, а сплайн 5-й степени – однородное решение линейного дифференциального уравнения шестого порядка.

Уравнения деформации стержней (2.1) и (4.1) можно записать одним обобщающим уравнением:

$$(5.1) \quad (-1)^n [C(x)u^{(n)}(x)]^{(n)} = p(x), \quad \forall x \in (a, b),$$

где $C(x)$ – функция жёсткости (весовая функция); $u(x)$ – функция перемещений (сплайн-функция); $p(x)$ – функция внешней распределённой

нагрузки (управляющая функция); n – показатель степени; (n) – порядок производной.

При $n=1$ из уравнения (5.1) получается дифференциальное уравнение деформации стержня, работающего на растяжение-сжатие или кручение (2.1). При $n=2$ – дифференциальное уравнение деформации балки (4.1). А при $n \geq 3$ получим новые уравнения деформации несуществующих в природе абстрактных стержней, решением которых будут сплайны высоких степеней. Такие стержни и будем называть гиперстержнями.

Изложенная трактовка известных результатов через призму механической аналогии с деформацией стержней открыла возможность обобщения всех сплайнов как решений уравнения деформации гиперстержня (5.1) и создания новых методов интерполирования на его основе с возможностью введения естественным для стержней образом весовой (жёсткости) и управляющей (внешней нагрузки) функций, позволяющих регулировать форму сплайна.

Литература

1. Павленко А.П., Шамсутдинов И.Р. Механическая аналогия квадратичного сплайна для задания обводов кузова легкового автомобиля // Итоговая научная конференция профессорско-преподавательского состава НЧИ К(П)ФУ (Набережные Челны, 13 февр. 2015 г.): сборник докладов. – Набережные Челны, 2015. - С.180 – 185.

2. Павленко А.П., Шамсутдинов И.Р. Краевые условия квадратичного сплайна для задания обводов кузова легкового автомобиля // Итоговая научная конференция профессорско-преподавательского состава НЧИ К(П)ФУ (Набережные Челны, 13 февр. 2015 г.): сборник докладов. – Набережные Челны, 2015. - С.186 – 192.

3. Павленко А.П., Никишин В.Н. Аналитические и численные методы прочностного анализа и проектирования автомобильных конструкций: учеб. пособие для студентов вузов. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2015. – 129 с.

Pavlenko A.P. candidate of technical Sciences, assistant professor Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University;
Muhametdinov M.M. candidate of technical Sciences, assistant professor Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University.

USE OF HYPERROD TO CREATE THE OUTLINE OF THE AUTOMOBILE

Abstract. The article summarizes linear differential equations of the deformation of the rods working on extension-compressing, torsion or bending in the equation of hyperrod. On the basis of mechanical analogy deformation of the rods and interpolating splines it is shown that the solution of the equation of hyperrod can be used to generate high degrees splines with weight and control functions, allowing to configure the shape of the spline to define the outline of the automobile.

Key words: Outline, rod, hyperrod, beam, spline, linear spline, quadratic spline, cubic spline, high degrees splines, splines variable stiffness, weight function, stiffness, control function.

УДК 631.1.017

Санакулов А.Х., кандидат технических наук, доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) Федеральный Университет»

Галиуллин Л.А., кандидат технических наук, доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) Федеральный Университет»

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ И ПТИЦЕФАБРИК С УЧЕТОМ СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЙ

Аннотация. Бесперебойное электроснабжения животноводческих промкомплексов и крупных птицефабрик, особенно потребителей первой и второй категории, является одним из главных факторов здорового содержания животных и птицы, их продуктивности, получения предприятиями прибыли. Климатические изменения последних лет во многих регионах планеты, в том числе и в России, приводят к длительным нарушениям электроснабжения городов, поселков, промышленных и сельскохозяйственных предприятий, особенно в осенне-зимний периоды. Это также крайне негативно с большими потерями сказывается на потребителях первой и второй категории крупных животноводческих комплексов и

птицеводческих фабрик, где концентрация животных и птицы в помещениях очень высока. Существующие на протяжении многих лет проектные решения по резервированию систем электроснабжения для этих потребителей оказываются недостаточными. Для обеспечения надежного электроснабжения в соответствии с ПУЭ требуется укомплектовать их дополнительно автономными источниками питания. Учитывая состояние электросетевого хозяйства в России, необходимо уже на стадии проектирования, а также в условиях эксплуатации принимать меры по повышению надежности электроснабжения животноводческих промкомплексов и птицефабрик за счет использования современных проводов, кабелей повышенной прочности и проводимости, современных трансформаторов и коммутационной аппаратуры взамен изношенных сетей и оборудования, уровень которых в России достигает почти 70%.

Ключевые слова: надежность электроснабжения, животноводческий комплекс, птицефабрика, климатические изменения, резервирование, автономный источник питания, дизельная электростанция.

Введение. Сельскохозяйственное производство всё в большей мере базируется на современных технологиях, широко использующих электрическую энергию. С ростом электрификации сельскохозяйственного производства, особенно с созданием в середине 70-х - начале 80-х годов прошлого столетия в СССР промышленных животноводческих комплексов и крупных птицефабрик, энергетические мощности возросли за период с 1965 по 1991 г. с 89,6 до 308,6 млн. кВт, резко увеличился объем потребляемой электроэнергии с 10,5 до 96,4 млрд. кВт ч. В общем энергобалансе страны удельный вес потребления электроэнергии сельским хозяйством вырос с 4,2% в 1965 г. до 9,5% в 1991 г [1]. В связи с этим возросли требования к надёжности электроснабжения сельскохозяйственных объектов, к качеству электрической энергии, к экономичному использованию и рациональному расходованию материальных ресурсов при сооружении систем электроснабжения.

Всякие аварийные отключения на животноводческих промкомплексах и птицефабриках, особенно потребителей первой и второй категории по надежности электроснабжения, наносят огромный ущерб этим предприятиям. Поэтому необходимо применять эффективные и экономически целесообразные

меры по обеспечению оптимальной надёжности электроснабжения с учетом современных факторов.

Абсолютное большинство сельскохозяйственных потребителей получают электроэнергию от энергосистемы. При этих условиях основой системы электроснабжения являются электрические сети, которые необходимо проектировать таким образом, чтобы она имела наилучшие технико-экономические показатели, то есть чтобы при минимальных затратах денежных средств, оборудования и материалов она обеспечивала требуемые надёжность электроснабжения и качество электроэнергии, используя новейшие достижения в области электроэнергетики, с учетом происшедших климатических изменений в регионах страны за последние годы.

Основная часть. Для передачи электроэнергии на большие расстояния, распределения ее по потребителям, благодаря относительно небольшой стоимости, широко применяют воздушные линии электропередачи (ЛЭП), одним из основных элементов которых являются провода. За последние двадцать лет произошли значительные климатические изменения, в том числе в динамике и географии образования гололёда на высоковольтных линиях передачи электроэнергии. Одним из возможных физических механизмов образования гололёда является соприкосновение холодного и теплого воздуха повышенной влажности. При эксплуатации воздушных линий электропередач возникает проблема обледенения проводов в различных регионах страны (Северо-запад, Поволжье, Оренбуржье, Крым, Дальневосточное приморье и т.д.), когда в зимнее время года, а также в осенне-зимний и весенне-зимний сезоны происходит налипание мокрого снега на провода и образование гололедно-изморозевых отложений. Высокая влажность, ветер, резкие перепады температуры воздуха способствуют образованию наледи на проводах воздушных линий. Толщина гололёда на них может достигать 50...70 мм, существенно утяжеляя провода. При этом общая масса линии электропередачи из восьми проводов километровой длины возрастает соответственно до 25, 60 и 115 тонн, что приводит к обрыву проводов и поломке металлических опор

(рис.1). Наличие гололеда обуславливает дополнительные механические нагрузки на все элементы воздушных линий. В результате значительного увеличения массы проводов и воздействующих на них динамических и статических нагрузок происходят опасные и нежелательные явления, особенно при сильном ветре [2]. Подобные аварии приносят значительный экономический ущерб, на их устранение уходит от нескольких дней и более, затрачиваются при этом огромные средства. Среднее время ликвидации гололедных аварий во много раз превышает среднее время ликвидации аварий, вызванных другими причинами.



Рис.1. Обрыв высоковольтных проводов из-за гололеда
в Республике Татарстан в 2014 году

Борьба с обледенением проводов линий электропередачи является серьёзной проблемой, актуальной для многих стран, имеющих регионы с высокой влажностью и низкими температурами. По статистике в энергосистемах по причине гололеда происходит от 6 до 8 крупных аварий в год. В декабре 2014года по Татарстану, как и по некоторым другим регионам России, прошли ледяные дожди. В результате обледенения и обрывов проводов электропередачи были обесточены 72 населенных пункта республики. В

соответствии с информацией ОАО «Сетевая компания» г. Казани по гололёдообразованию осенне-зимний период 2010-2011 годов на территории Республики Татарстан проходил в сложных погодных условиях. В период с 05.12.2010 по 12.12.2010 на территории 14 муниципальных районов в результате образования массивной наледи на открытых частях электроустановок произошло массовое отключение воздушных линий электропередач с повреждением опор, разрывом проводов и грозозащитных тросов. Самое большое количество отключения потребителей произошло в Спасском, Алькеевском, Алексеевском, Нурлатском, Аксубаевском, Чистопольском и Новошешминском административных районах. Гололедные отложения местами достигали до 70...80 миллиметров. Общее количество отключенных линий 6...10 кВ в этих районах составило более 60 процентов. Численность населения, оставшегося без электроэнергии, составила 250 тыс. чел [2].

Огромное количество животноводческих комплексов, ферм, птицеводческих фабрик при этом также оставались без электроэнергии, понеся значительные экономические потери. Перерывы электроснабжения нарушают многие жизненно важные технологические процессы. Например, отключение вентиляции и отопления приводит к изменению микроклимата в животноводческих и птицеводческих помещениях. Через 1,5 часа после отключения вентиляции опасные концентрации вредных газов вызывают отравление животных и птицы. Нарушение микроклимата вызывает не только снижение продуктивности и увеличение расхода кормов на единицу продукции, но и гибель животных и птицы. Особенно велики последствия изменения температуры в инкубаторах.

Повышение уровня надежности, как правило, связано с увеличением затрат на сооружение и эксплуатацию системы. Однако, при этом уменьшается ущерб от перерывов электроснабжения потребителей. Повышение уровня надежности электроснабжения является технико-экономической задачей, при решении которой минимизируются приведенные к одному году затраты,

включающие капитальные вложения, издержки эксплуатации и ущерб от недоотпуска электроэнергии.

В конце 70-х, начале 80-х годов прошлого столетия, когда в СССР стали воплощать планы по переводу сельского хозяйства на промышленные рельсы, было построено в разных регионах страны (Московская, Ленинградская области, Белоруссия, Узбекистан, Башкирия и другие) по итальянскому проекту и на итальянском оборудовании фирмы Джи-Э –Джи 10 промышленных комплексов по выращиванию и откорму 10 тыс. голов КРС. Технология производства КРС осуществляется по методологии этой же фирмы.

В качестве примера рассмотрим такой комплекс, возведенный в 30 километрах от Ташкента. На комплексе расположены 5 телятников 1 периода и 10 телятников 2 периода. Каждый телятник состоит из двух секций, которые представляют собой изолированные друг от друга помещения размером 37,5 * 22,0 м, соединенные коридором. В каждой секции, имеющей 20 боксов (клеток), содержится беспривязно 360 голов. Средняя высота помещений составляет 4,7 метра, удельный объем на голову – 10,8 м³. В телятниках 1 периода выращиваются телята с возраста 7...15 дней в течение 126 дней, после чего они переводятся в помещения 2 периода. Процесс откорма животных в зданиях 2 периода длится 266 дней.

Полы в помещениях железобетонные решетчатые, под которыми проходят навозные каналы. Навозная жижа самотеком подается в канализационную насосную станцию (КНС), откуда фекальными насосами направляется на иловые площадки. Процессы поения, молоко- и кормораздачи механизированы и автоматизированы. Микроклимат в помещениях 1-го и 2-го периодов обеспечивается двухскоростными кондиционерами, которые работают в автоматическом режиме. В холодный период года горячая вода в калориферы кондиционеров подается от котельной, в летнее время наружный воздух охлаждается за счет системы испарительного охлаждения кондиционеров. Согласно проекту из навозных каналов телятников 2 периода загазованный воздух удаляется вытяжными аммиачными вентиляторами. Как

показал опыт эксплуатации, в летнее время в телятниках 1-го периода для регионов с жарким климатом содержание вредных газов превышает нормативные значения. В связи с этим была спроектирована и смонтирована система подпольной вытяжной вентиляции, состоящая из четырех вытяжных вентиляторов с воздуховодами, проложенными во всех навозных каналах телятника непосредственно под решетчатым полом [3]. Телятники 1-го периода, котельная, КНС по надежности электроснабжения относятся к первой категории, телятники 2-го периода, кормоцеха, санбойня – ко второй категории, ветсанпропускник, склады, административное здание – к третьей категории.

Электроснабжение совхоз-промкомплекса им. 50 лет ВЛКСМ осуществляется от двухтрансформаторной подстанции 35/10 кВ «Галля-кудук» по двум независимым фидерам «Совхоз 7-1» и «Совхоз 7-2». Общая протяженность ВЛ-10кВ от подстанции «Галля-кудук» до промкомплекса составляет 14,5 км. Схема внешнего электроснабжения промкомплекса показана на рис. 2. Потребители питаются от трех двухтрансформаторных ТП мощностью 2*100кВА, 2*630кВА и 250кВА, соединенных по магистральной схеме кабельными линиями напряжением 10кВ. Из них ТП1 мощностью 2*160кВА и ТП3 мощностью 2*250кВА являются комплектными трансформаторными подстанциями типа КТПП, а ТП2 мощностью 2*630кВА – закрытой трансформаторной подстанцией. Низковольтные сети от ТП напряжением 0,4кВ выполнены кабелями, воздушных линий на территории промкомплекса нет.

На каждой ТП на стороне высокого напряжения (ВН) установлены вводные линейные разъединители, секционные разъединители, предохранители. На стороне низкого напряжения (НН) имеются вводные автоматы, секционные автоматы, контакторы. На ТП, питающих потребителей первой категории, предусмотрено автоматическое включение резерва (АВР), а на подстанциях, от которых запитаны потребители второй категории, включение резервного питания осуществляется вручную оперативным электротехническим персоналом. Секционные разъединители на стороне ВН

позволяют осуществлять необходимые переключения в аварийных случаях, особенно при повреждениях высоковольтных кабелей между подстанциями, тем самым обеспечивая надежность электроснабжения потребителей.

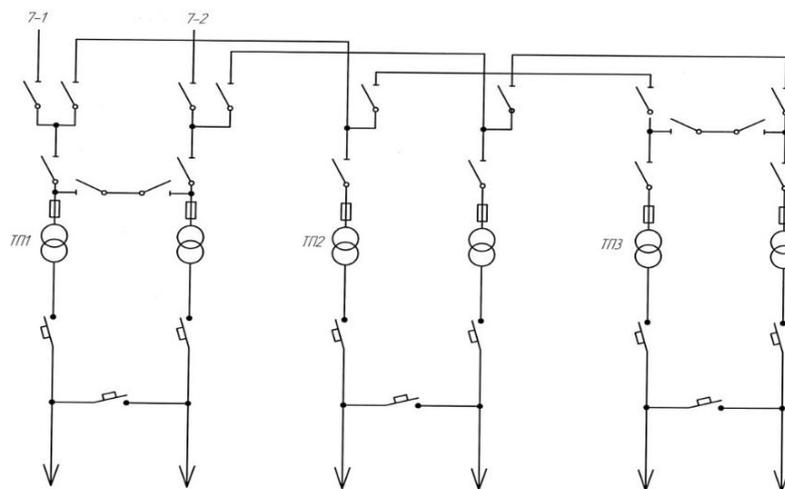


Рис.2. Схема внешнего электроснабжения промкомплекса

Дополнительно к проекту в процессе эксплуатации с целью повышения коэффициента мощности, уменьшения потерь в электрических сетях, улучшения качества напряжения, особенно при запусках асинхронных электродвигателей, путем расчетов и экспериментальных измерений были определены мощности конденсаторных компенсирующих установок, которые затем были подключены к вводным силовым щитам телятников 1-го и 2-го периодов, канализационной насосной станции [4]. Это позволило повысить коэффициент мощности по комплексу до 0,92.

На протяжении многих лет эксплуатации были отключения одного из питающих фидеров, связанных с обрывами ВЛ 10кВ от подстанции 35/10кВ до совхоз-промкомплекса или другими повреждениями на этих линиях, с выходом из строя кабельных линий напряжением 10кВ между ТП на комплексе и жилпоселке. Благодаря АВР на подстанциях со стороны 0,4кВ, существующим проектным схемам электроснабжения со стороны высокого и низкого напряжения, наличию на ТП линейных и секционных разъединителей, перерывы электроснабжения у потребителей не превышали нормативных значений. Перерывы электроснабжения в телятниках 1-го периода составляли

время, необходимое для включения АВР, то есть не более 1 минуты, что не сказывалось на состоянии телят. В телятниках 2-го периода, которые относятся к потребителям второй категории, допустимый перерыв электроснабжения составляет 30 минут, то есть время необходимое для ручного включения резервного питания. Так как в этих зданиях содержатся взрослые животные возрастом от 4-х до 13-и месяцев, весом до четырехсот и более килограммов в количестве 360 голов на одно помещение, то сразу после отключения электроэнергии резко увеличивается концентрация вредных газов. Это несомненно сказывается на состоянии здоровья и продуктивности телят, среднесуточный привес которых по проекту должен составлять около одного килограмма. Случаев одновременного отключения обоих питающих фидеров за 20 лет с начала эксплуатации промкомплекса не наблюдалось.

Но учитывая вышеизложенные климатические изменения за последние годы, когда целые районы, города, поселки, предприятия остаются без электроэнергии в течении длительного времени, необходимо принимать дополнительные меры для бесперебойного электроснабжения потребителей первой и второй категории. Для сельскохозяйственных потребителей это, в первую очередь, промышленные комплексы по выращиванию КРС, свиней, крупные птицефабрики, где концентрация животных и птицы очень высокая (рис.3). Так как сетевое резервирование не гарантирует абсолютной надежности электроснабжения, то дополнительно к нему необходимо предусматривать автономные источники питания для электроприемников первой и второй категории. Использование автономных электростанций полностью исключает перерывы, вызванные аварийными и плановыми отключениями в электрических сетях, и дает экономический эффект даже при наличии сетевого резервирования. Этот эффект определяется путем сопоставления ожидаемого ущерба от недоотпуска электроэнергии.



(а)



(б)

Рис.3. Выращивание КРС (а) и птицы (б) в промышленных условиях

В качестве резервных автономных источников питания можно использовать возобновляемые источники энергии, развитие которых является составной частью энергетической политики Российской Федерации. И если традиционная энергетика основана на применении ископаемого топлива, запасы которого ограничены, и зависит от величины поставок и конъюнктуры рынка, то возобновляемая энергетика базируется на самых разных природных ресурсах, что позволяет более эффективно использовать не возобновляемые ресурсы в других отраслях экономики. Кроме того, использование возобновляемых источников энергии выгодно не только с экономической точки зрения, но и с экологической, так как отсутствуют издержки, связанные с добычей, переработкой и транспортировкой ископаемого топлива.

Для примера, на территории Республики Татарстан имеется техническая возможность разместить 359 ветроэнергетических станций с использованием ветроустановок общей мощностью 722,4 МВт и выработкой электроэнергии 1275,2 млн кВт.ч. Наиболее благоприятные ветровые условия имеются на правом берегу р. Волги, вдоль берегов Куйбышевского и Нижнекамского водохранилищ, восточной части Бугульминско-Белебеевской возвышенности. Наибольшим ветропотенциалом обладают Альметьевский (73,8 млн кВт.ч), Бугульминский (59,4 млн кВт.ч), Зеленодольский (59,1 млн кВт.ч), Тетюшский (57,0 млн кВт.ч), Верхнеуслонский (50,4 млн кВт.ч) районы [5].

Солнечная энергия также может быть использована в качестве резервного источника питания, учитывая, что приток солнечной энергии, к примеру, в Республике Татарстан, изменяется от 5,0 кДж/см² в декабре 58,6 кДж/см² в июне, а суммарная радиация за год составляет 363,80 кДж/см² [6]. Для улучшения технико-экономических показателей ветро- и гелиоустановок, повышения надежности электроснабжения целесообразно их совместное применение. Как показывает статистический анализ, зимой уменьшение солнечной радиации сопровождается увеличением скорости ветра, а летом понижение скорости ветра сочетается с ростом солнечной радиации.

Однако наиболее надежным является резервирование электроприемников первой и второй категории с помощью дизельных электростанций (ДЭС). Для повышения эффективности использования резервных электростанций необходимо на аварийный период вводить принудительный график электроснабжения путем отключения неответственных потребителей, а также сдвига по времени технологических процессов. Возможно совместное использование дизельных электростанций с возобновляемыми источниками энергии.

Существует несколько различных подходов к выбору мощности резервных станций [7]. Наиболее часто ее принимают равной суммарной максимальной расчетной мощности нагрузки станции, $P_{\text{махрасч}}$, т.е. максимальной расчетной нагрузке ответственных резервируемых электроприемников. Максимальной расчетной (резервируемой) нагрузкой (мощностью) называется наибольшая электрическая нагрузка (мощность) одновременно работающих ответственных электроприемников.

Максимальную расчетную нагрузку рекомендуется определять по суммарному графику присоединенной мощности ответственных электроприемников при питании их от системы резервного электроснабжения. При этом на действующих объектах график получают путем проведения замеров нагрузок, а для вновь проектируемых – путем построения в

соответствии с методическими указаниями по расчету электрических нагрузок в сетях 0,38-110 кВ сельскохозяйственного назначения.

В случаях, когда расчетная нагрузка незначительно превышает ближайшую номинальную мощность электроагрегата, то прежде чем перейти к выбору электроагрегата со следующей большей номинальной мощностью следует рассмотреть возможность дополнительного снижения максимума расчетной нагрузки путем изменения (сдвига) времени работы отдельных ответственных электроприемников.

Общая мощность выбранных электроагрегатов (генераторов) P_3 должна быть больше максимальной нагрузки электроприемников P_{\max} на значение нагрузки собственных нужд станции и потерь мощности в проводах электрической сети. Перегрузка агрегатов автономно работающей электростанции недопустима, так как влечет за собой снижение частоты переменного тока.

Максимальная расчетная нагрузка равна:

$$P_{\max\text{расч}} = \frac{P_{\max} k_{\text{пот}}}{k_{\text{сн}}} \quad (1)$$

где P_{\max} – общая максимальная нагрузка ответственных потребителей (электроприемников), кВт; $k_{\text{пот}}$ – коэффициент, учитывающий потери мощности в сетях ($k_{\text{пот}} = 1,05$); $k_{\text{сн}}$ – коэффициент, учитывающий нагрузку собственных нужд ($k_{\text{сн}} = 0,95 - 0,97$).

Мощность на зажимах генераторов:

$$P_3 = \sum_{i=1}^n P_{\text{ет}} \cdot \eta_{\text{ет}} \cdot \eta_{\text{пер}} \quad (2)$$

где n – число агрегатов станции; $P_{\text{ет}}$ – эффективная мощность дизеля по паспорту, кВт; $\eta_{\text{ет}}$ – КПД генератора; $\eta_{\text{пер}} \sim$ КПД передачи (при ременной передаче).

Мощность на зажимах генераторов должна быть больше максимальной нагрузки.

Правила технической эксплуатации рекомендуют при непрерывной работе дизельного двигателя свыше 24 ч снижать нагрузку для четырехтактного двигателя до 90%, а для двухтактного - до 85%.

В соответствии с этим мощность на зажимах генератора равна

$$P_3 = 0,9 \cdot P_e \cdot \eta_{\text{ген}} \cdot \eta_{\text{пер}} \quad (3)$$

Другим, более обоснованным способом выбора мощности резервных электростанций является сопоставление ожидаемого ущерба от перерывов централизованного электроснабжения с дополнительными затратами на резервные станции. Однако, такой подход к выбору ее мощности при использовании средних значений исходных данных по количеству и длительности перерывов, являясь простым, может привести к ошибочным решениям. Дело в том, что показатели надежности работы сетей, необходимых для расчета ущерба в зависимости от места расположения сетей, уровня эксплуатации и других факторов, могут колебаться в широких пределах. Большой разброс может быть и в значениях удельных ущербов. Кроме того, ущерб зависит не только от частоты и длительности отключений, но и от момента каждого отключения, т.е. соответственно от числа и типа технологических процессов, которые совпадают с перерывом электроснабжения.

В связи с этим в ВИЭСХ и МИИСП были разработаны “Методические рекомендации по выбору резервных электростанций животноводческих ферм и комплексов молочного направления”, согласно которым, например, для комплекса по выращиванию и откорму КРС на 10тыс. голов количество ДЭС должно быть два с номинальной мощностью по 200 кВт каждая [7].

В соответствии с этой методикой для выбора мощности станции необходимо определить, какой зоне оптимальности соответствуют значения ущерба при отсутствии резервного источника. Для этого достаточно грубо

определить минимально и максимально возможные его значения при отсутствии резервирования, т.е. оценить пределы изменения показателей надежности и соответственно ущерба для конкретной схемы электроснабжения рассматриваемого потребителя. Затем по заранее рассчитанным специальными приемами предельным величинам ущерба, при которых наиболее целесообразно применять ту или другую станцию, находят ее оптимальную мощность для рассматриваемого случая.

В настоящее время на рынке имеется большой выбор дизельных электростанций, что позволяет предприятиям определиться с их приобретением, в том числе исходя из финансовых возможностей. Так, организация «Камаэнергетика» в г. Набережные Челны предлагает дизельные электростанции на базе различных двигателей отечественного производства (КАМАЗ, ЯМЗ, ТМЗ, ММЗ) и зарубежного производства (IVECO, VOLVO, CUMMINS, MITSUBISHI, DOOSAN) мощностью от 20 до 1800 кВт. Для сравнения, электростанция V-200S мощностью 200 кВт на базе двигателя VOLVO стоит 1,7 млн. рублей, а электростанция такой же мощности K-200S на базе двигателя КАМАЗ – 1,19 млн. рублей.

Заключение. Климатические изменения последних лет во многих регионах планеты, в том числе и в России, приводят к длительным нарушениям электроснабжения, что крайне негативно с большими потерями сказывается на потребителях первой и второй категории крупных животноводческих комплексов и птицеводческих фабрик, где концентрация животных и птицы в помещениях очень высокая. Для кардинального решения проблемы надежного электроснабжения этих потребителей в соответствии с ПУЭ требуется укомплектовать их автономными источниками питания. Кроме того, необходимо принять дополнительные меры на стадии проектирования и в условиях эксплуатации по повышению надежности электроснабжения этих потребителей за счет использования современных проводов, кабелей повышенной прочности и проводимости, современных трансформаторов и

коммутационной аппаратуры взамен изношенных сетей и оборудования, уровень которых в России достигает почти 70%.

Литература

1. Хромцов Р.А. Исследование и выбор энергосберегающих режимов электроснабжения животноводческих комплексов и птицефабрик: Автореф. дисс... канд. техн. наук. – Кемерово, 2006.

2. Никитина И.Э., Абдрахманов Н.Х., Никитина С.А. Способы удаления льда с проводов линий электропередачи // Нефтегазовое дело. – 2015. - №3. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ogbus.ru> (дата обращения 14.04.2016).

3. Санакулов А.Х. Обоснование параметров и режимов работы средств механизации, обеспечивающих микроклимат в телятниках 1 периода для условий Узбекистана. – Автореф. дисс... канд. техн. наук. – Ташкент, 1988.

4. Санакулов А.Х. Внедрение электрической энергии в совхозе им. 50 лет ВЛКСМ // Рациональное и экономное использование электроэнергии в сельском хозяйстве: тезисы докладов к Всесоюзному научно-техническому семинару. – Москва, 1983.

5. Стратегия развития топливно-энергетического комплекса Республики Татарстан на период до 2030 года. Приложение к закону РТ от 17.06.2015 г., № 41-ЗРТ.

6. Санакулов А.Х., Санакулова Л.А., Багавова А.Р. Анализ состояния и перспектив развития мировой и российской энергетики на возобновляемых источниках // Проектирование и исследование технических систем: межвузовский научный сборник. - Набережные Челны: Изд-во ИНЭКА, 2011. - Вып. № 18.

7. Костюченко Л.П., Чебодаев А.В. Электроснабжение: учебно-методический комплекс, - Красноярский государственный университет, 2006. [Электронный ресурс]: сайт. – URL: www.kgau.ru/distance/2013/et2/007/gll10htm (дата обращения 14.04.2016).

Sanakulov A.H. candidate of technic sciences, assistant professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University

Galiullin L.A. candidate of technic sciences, assistant professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University

***IMPROVE POWER SUPPLY RELIABILITY OF LIVESTOCK COMPLEXES
AND POULTRY FACTORIES TO MEET MODERN CONDITIONS***

Abstract. Uninterrupted power supply of industrial complex of livestock and large poultry farms, especially consumers of first and second category, is one of the main factors of a healthy animal husbandry and poultry, productivity, income producing businesses. Climatic changes in recent years in many parts of the world, including in Russia, leading to prolonged power disturbances cities, towns, industrial and agricultural enterprises, especially in the autumn and winter periods. It is also extremely negative with heavy losses affecting the consumers of first and second category of large livestock complexes and poultry factories, where the concentration of animals and birds on the premises is very high. Existing for many years design solutions for backup power systems for these consumers are insufficient. To ensure reliable power supply in accordance with the EMP is required to equip their additional independent power sources. Given the state of the electric grid in Russia, it is necessary already at the design stage and in operation to take measures to improve the reliability of power supply of livestock of industrial complex and poultry farms through the use of modern wires and cables increased strength and conductivity, modern transformers and switchgear to replace worn-out networks and equipment whose level in Russia reaches almost 70%.

Keywords: reliability of electricity supply, cattle-breeding complex, poultry, climatic changes, redundancy, self-contained power supply, diesel power

ЭКОНОМИКА, УПРАВЛЕНИЕ И ФИНАНСЫ В УСЛОВИЯХ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ

УДК 338.45:69

Игтисамов Р.С., кандидат экономических наук, доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».
Хусаинов В.Г., кандидат технических наук, доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

СТАНОВЛЕНИЕ ИНСТИТУТА УПРАВЛЕНИЯ НЕДВИЖИМОСТЬЮ (НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ ТАТАРСТАН)

Аннотация. Рыночная экономика современной России распространила своё воздействие и на отношение к недвижимости-понятию, занимающему одно из центральных мест в жизнедеятельности общества. Управление процессами, связанными с воздействием на недвижимость, предстало самостоятельной ветвью науки управления. Многоплановость, относительная новизна процесса управления недвижимостью, потребность в механизме её практического применения, обусловили необходимость наличия соответствующего института-комплекса мер и средств воздействия на предмет управления недвижимостью. В большом перечне задач, связанных со становлением института управления недвижимостью, авторы публикации выделяют вопрос подготовки соответствующих специалистов, представляют своё участие в его решении.

Ключевые слова: Рынок, недвижимость, управление, закон, задачи, становление, институт, решение, регион.

Смена общественно-политического устройства страны, происшедшая в 90-е годы прошлого века, обусловила появление в России новой ветви национальной экономики-рынка недвижимости. Было бы неверным считать появление этого рынка неожиданным. История свидетельствует, что на протяжении двух столетий (с момента выхода указа Петра I от 23 марта 1714 года «О порядке наследования в движимых и недвижимых имуществах» до начала Первой мировой войны в 1914 году) была сформирована и достаточно устойчиво функционировала система управления недвижимостью. Еще в 1886 г. в Москве использовались квартирные карты при статистическом исследовании жилых помещений, в 1895 г. В Казани была введена в действие

«Инструкция для оценки недвижимых имуществ», утверждённая Городской думой. Документы по оценке доходности городских недвижимых имуществ действовали в таких городах, как Ростов Великий, Владимир, Кинешма и др., даже в революционном 1917 г. Временное правительство приняло постановление «Об установлении предельных цен на квартиры и другие помещения» [5].

Однако после Октябрьской революции 1917 года система была разрушена. Во введенном в действие с 1 января 1925 года гражданском кодексе РСФСР понятие «недвижимость» отсутствовало. В современной России понятие недвижимости появилось в 1994 году. Началась разработка системы государственного подхода к управлению недвижимостью [1].

Дадим определение ключевым терминам предмета рассмотрения публикацией: *недвижимое имущество* – это земельные участки, здания, сооружения, помещения. Недвижимость – одна из центральных категорий гражданского права, хозяйственного оборота, рынка. Юристы дают ей следующее определение: «недвижимость – понятие законодательное, законом рожденное, им же изменяемое».

Управление недвижимостью подразумевает комплекс мер по воздействию на её состояние. Основные из них: *инвестиционные, строительные, риэлтерские, залоговые, обменные, доверительные* [1]. В практическом плане управление недвижимостью представляет собой комплекс операций по эксплуатации зданий и сооружений (поддержание их сервиса, руководство обслуживающим персоналом, создание условий для пользователей – арендаторов, определение условий сдачи площадей в аренду и другое).

Управление недвижимостью, с теоретической точки зрения, является частным случаем управления, как целенаправленного, комплексного и системного воздействия на объект управления. Оно подчиняется общим законам управленческой деятельности.

Создание системы управления недвижимостью предполагает [4]:

- активное вовлечение в хозяйственный оборот недвижимого имущества всех форм собственности;

- защиту прав и интересов участников рынка недвижимости путем проведения единой государственной политики в области формирования объектов недвижимости, их учета, оценки и регистрации прав, а также контроля за деятельностью структур, профессионально работающих на рынке недвижимости;

- обеспечение реальных и стабильных поступлений платежей от недвижимости в соответствующие бюджеты (налоговых и неналоговых доходов);

- повышение инвестиционной привлекательности объектов недвижимости, земельных участков, имущественных комплексов.

Государство как ключевой участник процесса управления недвижимостью.

На современном этапе развития рынка недвижимости государство, в системе функционирования рынка, играет две основные роли [7]:

- роль *участника* рынка – крупнейшего собственника и продавца недвижимости. В задачи собственника входит передача земельных участков и недвижимости в аренду и доверительное управление, приватизация государственных унитарных предприятий (ГУП) и реализация государственных объектов недвижимости и земли, управление недвижимостью, находящейся на временных правах у ГУП и учреждений;

- роль *регулятора* рынка, отвечающего за создание справедливых правил для всех участников рынка и обеспечивающего их соблюдение. Эта роль предполагает:

- создание нормативной и правовой базы в области недвижимости, регламентирующей конкретные механизмы работы;

- развитие системы учета недвижимости и регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним для использования всеми участниками рынка;

- регулирование деятельности профессиональных участников рынка недвижимости: оценочных, риэлтерских и сервейинговых структур, ипотечных и земельных банков, товариществ собственника и т.д.

В последние годы, по мере приватизации все большего количества объектов недвижимости (первую очередь предприятий, как имущественных комплексов), и развития рынка недвижимости, роль государства, как регулятора рынка недвижимости, повышается.

Становление института учета недвижимости в Республике Татарстан.

В настоящее время в Республике Татарстан учет недвижимости осуществляет ряд министерств, ведомств, а также специализированных организаций. Накоплен значительный объем информации. В базе данных Государственного земельного кадастра, в органах технической инвентаризации располагается информация о технических и стоимостных характеристиках зданий и сооружений, преимущественно жилого фонда. В главном управлении Федеральной регистрационной службы по Республике Татарстан - сведения о правах на недвижимость и сделках с нею. В Едином государственном реестре прав, Министерстве земельных и имущественных отношений Республики Татарстан – сведения о государственной недвижимости и ее балансодержателей

В соответствии с приказом Федеральной службы земельного кадастра России от 04.06.2001 г. № П/107, с 1 августа 2001 г. в Республике Татарстан создано Федеральное государственное учреждение «Земельная кадастровая палата» по Республике Татарстан [8].

Приказом Росреестра от 31.05.2011 г. № П/200 «Об утверждении уставов федеральных бюджетных учреждений» «Кадастровая палата» [9] Федеральное государственное учреждение «Земельная кадастровая палата» по Республике Татарстан было переименовано в Федеральное бюджетное учреждение «Кадастровая палата» по Республике Татарстан. Устав учреждения в новой редакции зарегистрирован в установленном порядке 11 июля 2011 года.

В соответствии с приказом Минэкономразвития России от 13.09.2011 г. №473 «О реорганизации федеральных бюджетных учреждений «Кадастровая палата» по субъектам Российской Федерации» [10] с 25 января 2012 г. ФБУ «Кадастровая палата» по Республике Татарстан реорганизовано в форме присоединения к ФГБУ «ФКП Росреестра» [10].

В связи с этим полномочия органа кадастрового учета, с указанной даты, в Республике Татарстан осуществляет филиал Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральная кадастровая палата Федеральной службы государственной регистрации, кадастра и картографии» по Республике Татарстан. Далее, по тексту, оно будет именоваться «Учреждение». Основной его задачей является ведение государственного кадастра учета недвижимости на территории Республики Татарстан.

Целью деятельности Учреждения является содействие Росреестру в реализации его полномочий в сфере государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним, государственного кадастрового учета объектов недвижимости, государственного технического учета объектов капитального строительства и государственной кадастровой оценки в соответствии с законодательством Российской Федерации.

Изложенное определяет следующие виды деятельности Учреждения:

- государственный кадастровый учет недвижимого имущества и документирование этой процедуры;
- предоставление сведений, вносимых в государственный кадастр недвижимости;
- обеспечение ведения государственного технического учета объектов капитального строительства;
- обеспечение предоставления сведений, внесенных в Единый государственный реестр объектов капитального строительства;
- определение кадастровой стоимости вновь учтенных объектов недвижимости, в отношении которых произошло изменение их количественных и (или) качественных характеристик;

- прием документов для проведения государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним и выдачу документов по результатам исполнения указанной государственной услуги, включая ведение книг учета документов;

- прием документов для предоставления сведений, содержащихся в Едином государственном реестре прав на недвижимое имущество и сделок с ним. Выдачу документов по результатам исполнения указанной государственной услуги, включая ведение книг учета документов;

- предоставление сведений, содержащихся в Едином государственном реестре прав на недвижимое имущество и сделок с ним.

Государственный кадастр недвижимости (ГКН), как определяющий элемент системы управления ею, представляет собой *систематизированной свод сведений* об учетном, в соответствии с Законом, недвижимом имуществе, сведений о прохождении Государственной границы Российской Федерации, о границах между субъектам Российской Федерации, границах муниципальных образований, границах населенных пунктов, о территориальных зонах и зонах с особыми условиями использования территорий, а также иных сведений, предусмотренных Законом (ст.1 Федерального закона от 24.07.2007 №221-ФЗ «О государственном кадастре недвижимости»).

Каждый объект недвижимости, сведения о котором внесены в ГКН, имеет неповторяющийся во времени и на территории Российской Федерации государственный учетный номер – кадастровый номер..

Кадастровые номера присваиваются объектам недвижимости органом кадастрового учета.

При внесении в ГКН кадастровых сведений органом кадастрового учета выполняются следующие операции:

- внесение сведений о ранее учтенных объектах недвижимости;
- постановка на государственный кадастровый учет объекта недвижимости;
- учет изменения объекта недвижимости (в т.ч. учет части объекта недвижимости и учет адреса правообладателя объекта недвижимости);

- снятие с государственного кадастрового учета объекта недвижимости;
- внесение кадастровых сведений в соответствии с документами, поступающими в орган кадастрового учета в порядке информационного взаимодействия;
- исправление технических и кадастровых ошибок в кадастровых сведениях.

Структурное построение Государственного кадастра недвижимости, как управляющего органа, формируется соответственно содержанию функциональных задач, стоящих перед Учреждением, а также мер вытекающих из повышенной социально – общественной значимости этой организации.

Резюме

Формирование института управления недвижимостью в Республике Татарстан, как регионе Российской Федерации, обуславливает необходимость решения большого числа организационных, теоретических, технических и другого рода задач. Не углубляясь в многоплановую их проблематику, авторам публикации представляется оправданным обособленное выделение вопроса подготовки специалистов этой сферы деятельности. По информации Минобрнауки РФ в 69 вузах страны такая работа ведётся. Координирующую роль и помощь вузам в решении учебно-методических вопросов решения представленной задачи оказывает Московский государственный строительный университет (МГСУ), научный руководитель направления – доктор технических наук, профессор Грабовый П.Г.

В настоящее время два вуза Республики Татарстан – Казанский государственный строительный университет и Казанский(Поволжский) государственный университет (Набережночелнинский институт) аккредитованы на предмет полномочности подготовки специалистов профиля «Экспертиза и управление недвижимостью». Процесс становления и развития института управления недвижимостью в регионе продолжается.

Литература

1. Марченко А. В. Экономика и управление недвижимостью. - Ростов-на-Дону: Феникс, 2010. - 343 с.

2. Горемыкин В. А. Экономика недвижимости. – М.: Юрайт, 2010. - 884 с.
3. Асаул А. Н. Экономика недвижимости. - Санкт-Петербург : Питер, 2010. - 622 с.
4. Савельева Е. А. Экономика и управление недвижимостью. – М.: Вузовский учебник : ИНФРА-М, 2013.
5. Баронин С. А. Управление в развитии недвижимости. – М.: ИНФРА-М, 2014. - 182 с.
6. Лужина А.Н. Понятие недвижимого имущества и отдельные объекты недвижимого имущества [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://znanium.com/bookread2.php?book=517562> (дата обращения 29.09.2016).
7. Организация, планирование и управление строительством. – М.: Проспект, 2013. — 528 с.
- 8 Приказ Федеральной службы земельного кадастра России от 04.06.2001 г. № П/107.
- 9 Приказ Росреестра от 31.05.2011 г. № П/200 «Об утверждении уставов федеральных бюджетных учреждений «Кадастровая палата».
- 10 Приказ Минэкономразвития России от 13.09.2011 г. №473 «О реорганизации федеральных бюджетных учреждений «Кадастровая плата» по субъектам Российской Федерации».

Igtisamov R. S., candidate of economic Sciences, associate Professor of Naberezhnye Chelny Institute of "Kazan (Volga region) Federal University"

Khusainov, V. G., candidate of technical Sciences, associate Professor of Naberezhnye Chelny Institute of "Kazan (Volga region) Federal University"

THE ESTABLISHMENT OF THE INSTITUTE OF REAL ESTATE

MANAGEMENT (ON THE EXAMPLE REPUBLIC OF TATARSTAN)

Abstract. Market economy of modern Russia extended its influence on the attitude towards real estate, a notion that occupies a Central place in the life of society. Management of processes associated with exposure to property, appeared as an independent branch of management science. Diversity, the relative novelty of the process of real estate management, the need for the mechanism of its practical application, has led to the need for an appropriate Institute measures and means of influence on the subject of property management. In a large list of tasks associated

with the establishment of the Institute of real estate management, the authors highlight the issue of training of professionals, present their part in its decision.

Key words: market , real estate , management, law, objectives, formation, institution, solution, region.

УДК 338.2

Юсупова Г.Ф., старший преподаватель, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

ИНВЕСТИЦИОННАЯ ПРИРОДООХРАННАЯ ПОЛИТИКА И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ИННОВАЦИИ КАК ОСНОВА ПЕРЕХОДА К УСТОЙЧИВОМУ РАЗВИТИЮ

Аннотация. В статье анализируется инвестиционная политика России в природоохранной сфере. Автор акцентирует внимание на экологических инновациях и их роли в общей природоохранной политике страны. Приводятся отличительные признаки экологических инноваций.

Ключевые слова: инвестиции; устойчивое развитие; природоохранные затраты; экологические инновации.

Анализ социально-экономического развития общества за последние десятилетия показывает, что развитие экономики происходит очень быстрыми темпами. Это приводит к истощению природных ресурсов, деградации естественных экосистем, исчезновению отдельных видов флоры и фауны и экологическим кризисам. Деятельность людей оказывает все большее воздействие на окружающую среду, и биосфера более не в состоянии обеспечить неограниченные потребности общества. На определенном этапе развития мировое сообщество осознало, что устранение сложившихся противоречий между обществом и природой возможно только в рамках такого социально-экономического развития, которое не приводит к разрушению окружающей человека среды. Появился термин «устойчивое развитие».

«Устойчивое развитие - это модель социально-экономической жизни общества, при реализации которой удовлетворение жизненных потребностей

нынешнего поколения людей достигается без лишения такой возможности будущих поколений. Обеспечение устойчивого развития требует не просто инвестиций в экологию или каких-то новых технологий, но прежде всего социальных новаций, смены приоритетов и целей развития цивилизации» [1]. Впервые связь между проблемами окружающей среды и социально-экономическим развитием на международном уровне была озвучена в Декларации первой Конференции ООН по окружающей среде (Стокгольм, 1972 г.). Сам термин «устойчивое развитие» введен в докладе «Наше общее будущее», представленном в 1987 г. Всемирной комиссией ООН по окружающей среде и развитию под руководством Гру Харлем Брунтланд [2, с.10].

Для России проблема восстановления потенциала природной среды оказалась наиболее актуальна. В течение XX века экономика страны развивалась по экстенсивному типу экономического роста, была структурно деформированной и основывалась на чрезмерной эксплуатации природных ресурсов без учета экологических ограничений. Значительная часть основных производственных фондов промышленных предприятий изношена, морально устарела и не рассчитана на снижение возросшей нагрузки на природную среду. По данным Росстата показатель степени износа основных фондов за период 2008-2014 г. увеличился с 45,3% до 49,4%, т.е. налицо прогрессирующий износ основных фондов [3]. Для разрешения сложившихся проблем необходима реализация единой государственной политики в области экологии. В 1996 года была принята Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию, согласно которой необходимо «осуществить в Российской Федерации последовательный переход к устойчивому развитию, обеспечивающий сбалансированное решение социально-экономических задач и проблем сохранения благоприятной окружающей среды и природно-ресурсного потенциала в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений людей». Концепция предполагает «постепенное восстановление естественных

экосистем до уровня, гарантирующего стабильность окружающей среды» [4, п.1].

Основные документы, в которых заложены основы государственной политики в области охраны окружающей среды:

- Конституция российской Федерации;
- Концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию;
- Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года [5];
- Экологическая доктрина Российской Федерации [6];
- Федеральный закон «Об охране окружающей среды»;
- Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года [7].

Экологическая доктрина Российской Федерации, принятая в 2002 году, определяет сохранение природы и улучшение окружающей среды в качестве приоритетных направлений деятельности государства и общества. «Природная среда должна быть включена в систему социально-экономических отношений как ценнейший компонент национального достояния. Формирование и реализация стратегии социально-экономического развития страны и государственная политика в области экологии должны быть взаимоувязаны, поскольку здоровье, социальное и экологическое благополучие населения находятся в неразрывном единстве» [6, п.1]. Среди направлений перехода к инновационному социально ориентированному типу экономического развития, обозначенных Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года, на первом месте стоит развитие человеческого потенциала России. Для реализации поставленных целей «будут достигнуты следующие результаты:... улучшение качества окружающей среды и экологических условий жизни человека...». Целевыми ориентирами в данной области названы обеспечение экологической безопасности и снижение доли населения, проживающего в местах с неблагоприятной экологической обстановкой с 43 процентов в 2007 году до 14 процентов в 2020 году [7, п.3].

В 2011 году Указом Президента Российской Федерации среди приоритетных направлений развития науки, технологий и техники было утверждено рациональное природопользование [8]. В 2012 году впервые были разработаны и утверждены стратегические цели, учитывающие национальный и международный опыт охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности с учетом основных направлений долгосрочного социально-экономического развития страны, определенных ранее в Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года [5, 7].

В «Прогнозе долгосрочного экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года», разработанном Минэкономразвития в 2013 году, подчеркивается, что «государственная политика в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года ориентирована на решение социально-экономических задач, обеспечивающих низкоуглеродное устойчивое развитие, сохранение благоприятной окружающей среды, биологического разнообразия и природных ресурсов, реализацию права каждого человека на благоприятную окружающую среду» [9, п.8]. Документ предусматривает достижение следующих показателей, приведенных в таблице 1.

Таблица 1

Целевые показатели экологического развития Российской Федерации

Наименование показателя	2020 г.	2030 г.
Объем выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников на единицу ВВП, т/млн. рублей ВВП	0,3	0,22
Количество городов с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха, ед.	50	34
Объем образованных отходов всех классов опасности на единицу ВВП, т/млн. рублей ВВП	73,4	33,8
Инвестиции в основной капитал, направленные на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов, в % к уровню 2007 г.	150	203
Объем выбросов парниковых газов, в % к уровню 1990 г.	75	70

Основным показателем уровня защиты окружающей среды является соотношение расходов на охрану окружающей среды и показателя ВВП. Относительно ВВП величина природоохранных затрат уменьшилась с 1,1% от ВВП в 2005 году до 0,8% в 2014 году [3], т.е. налицо отрицательный тренд уровня природоохранных затрат. Однако природоохранные затраты в настоящее время направляются преимущественно на поддержание достигнутого качества окружающей среды. Тогда как нарастающие необратимые изменения в окружающей среде требуют больших расходов. Существует проблема определения оптимальной величины природоохранных затрат, которая бы не снижала темпов экономического развития и в то же время позволяла бы достигнуть целевых показателей качества окружающей среды. Крупные инвестиции, направленные на охрану окружающей среды, отвлекают ресурсы и не повышают уровень материального благосостояния людей. По оценкам экономистов уровень природоохранных затрат должен составлять около 8-10% от ВВП. Считается, что природоохранные затраты в 1-2% от ВВП предотвращают ущерб в 3-5% от ВВП.

Анализ статистических данных показал, что львиная доля (78,8% в 2014 году) всех природоохранных затрат в России приходилась на коммерческий сектор, 8,6% — на государственный сектор, 12,5% — на долю специализированных поставщиков экологических услуг. Таким образом в России бремя природоохранных затрат ложится преимущественно на хозяйствующие субъекты. Для сравнения в Европе сектор специализированных производителей экологических услуг показывает самый высокий уровень расходов на охрану окружающей среды — в 2013 году 51,1 % от общего объема расходов (1,11% от ВВП) [10].

Объем инвестиций в основной капитал, направленных на охрану окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов в России за период 2005-2014гг. увеличился в 2,7 раза. На конец 2014 года сумма инвестиций составила 158636 млн.руб. против 58738 млн.руб. в 2005 году, тогда как общая сумма природоохранных затрат увеличилась лишь в 2,3 раза (с

233,93 млрд. руб. в 2005 году до 536,311 млрд. руб. в 2014 году) [3]. Таким образом, наблюдается увеличение доли капитальных затрат на природоохранные цели в общей сумме природоохранных затрат.

Особое место в инвестиционной политике государства отводится инвестициям в инновации, в том числе в экологические инновации. В 2011 году Правительством утверждена «Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года» [11]. В документе подчеркивается, что единственным возможным способом достижения стратегических целей России является переход экономики на инновационную социально ориентированную модель развития. Среди важнейших направлений инновационного развития названо «повышение эффективности, снижение ресурсоемкости и расширение пределов в сырьевых отраслях и энергетике». При этом подчеркивается, что «первоочередное внимание будет уделено внедрению лучших доступных технологий, экономии ресурсов, повышению экологичности производства и уровня переработки сырья, переходу на современные виды сырья и топлива, а также развитию энергетики, основанной на использовании альтернативных и возобновляемых источников энергии». Таким образом, подобный «экологический» подход является не только заботой о природной среде, но и необходимой основой устойчивого роста экономики. Ограничительные административные меры, традиционно преобладающие в государственной системе управления в сфере природопользования, не могут значительно повлиять на текущую экологическую ситуацию. Необходима коренная перестройка технологии производства за счет применения наукоемких инновационных технологий, в том числе и экологических, а именно: экологичных биотехнологий, мало и безотходного производства, альтернативных безуглеродных источников энергии, новых методов борьбы с загрязнениями окружающей среды, утилизации отходов и др.

Экологические инновации характеризуются следующими особенностями:

- имеют целью снижение нагрузки на окружающую среду;

- носят социальный характер, т.к. направлены на улучшение качества жизни людей;

- для экологических инноваций характерно проявление положительных внешних эффектов, в том числе сетевых эффектов (сетевых экстерналий), отражающих рост ценности инноваций за счет увеличения числа пользователей. Например, чем больше людей используют экологически чистые продукты, косметику, пользуются услугами эко-туризма, тем более ценным являются эти товары/услуги в глазах остальных пользователей. Решение о покупке эко-товаров одних покупателей влияет выбор других людей. Увеличению сетевых эффектов способствует воспитание у населения экологически ориентированного сознания. Этому способствует государственная политика в области экологического образования населения, пропаганда, социальная реклама и т.п.

- имеют более широкую область применения, которая кроме технологических инноваций в товарах, процессах, организационных и маркетинговых методах включает инновации в социальных и институциональных структурах;

- основной причиной осуществления экологических инноваций является необходимость повышения коммерческой целесообразности природоохранных проектов. Как правило, инвестиции в экологические проекты являются вынужденными, т.к. они экономически не эффективны. Экологические инновации, приходя на смену традиционным технологиям защиты окружающей среды, повышают инвестиционную привлекательность экологических проектов.

- часто сопряжены с дополнительными издержками не только для инвестора, но и для общества, потребителей;

- вместе с тем реализация экологических инноваций создает преимущества для производителей за счет возможностей дифференциации производства (продукция с маркировкой «эко», «био»), выхода на новые рынки (производство органических продуктов питания, биотопливо из отходов,

экотуризм, экологическая сертификация), повышения качества продукции, снижения отдельных видов издержек и т.д.;

- экологические инновации ориентированы, как правило, на долгосрочную перспективу, эффект от инвестиций в эко-инновации носит долгосрочный характер.

Согласно плану действий Европейской Комиссии по инновациям в области экологии («Инновации для устойчивого будущего – План действий по эко-инновациям», ЕсоАР) [12] «эко-инновация — это любая инновация, которая способствует прогрессу в достижении цели устойчивого развития путем снижения воздействия на окружающую среду, повышения устойчивости окружающей среды к нагрузке или более эффективного и рационального использования природных ресурсов».

По определению Росстата *экологические инновации* представляют собой «новые и значительно усовершенствованные товары, работы, услуги, производственные процессы, организационные или маркетинговые методы, способствующие повышению экологической безопасности, улучшению или предотвращению негативного воздействия на окружающую среду» [13, п.31]. Статистика экологических инноваций в России ведется начиная с 2009 года. Наряду с технологическими, маркетинговыми и организационными инновациями были выделены и экологические инновации. На рис. 1 представлена динамика удельного веса организаций, осуществлявших экологические инновации, в общем числе обследованных организаций. Однако следует учитывать, что статистические данные формируются по данным формы федерального статистического наблюдения №4-инновация "Сведения об инновационной деятельности организации". Обязанность предоставления данных сведений возлагается на юридических лиц (кроме субъектов малого предпринимательства), осуществляющих экономическую деятельность в сфере добычи полезных ископаемых; обрабатывающих производств; производства и распределения электроэнергии, газа и воды (за исключением торговли электроэнергией; газообразным топливом, подаваемым по распределительным

сетям; паром и горячей водой; монтаж зданий и сооружений из сборных конструкций; устройство покрытий зданий и сооружений; производство прочих строительных работ; производство бетонных и железобетонных работ; связи; деятельности, связанной с использованием вычислительной техники и информационных технологий; научных исследований и разработок; предоставления прочих видов услуг.

Рис. 1 иллюстрирует отрицательную динамику доли организаций, осуществляющих экологические инновации. За период с 2010 по 2014 годы произошло снижение доли организаций, осуществляющих экологические инновации, с 4,7% до 1,6%, т.е. почти в 3 раза. Рост произошел только в 2011 году. Однако это связано с тем, что, начиная с 2011 года, в статистические данные включены сведения по организациям с кодом ОКВЭД 73 «Научные исследования и разработки». С 2014 года также включены данные по Крымскому ФО.

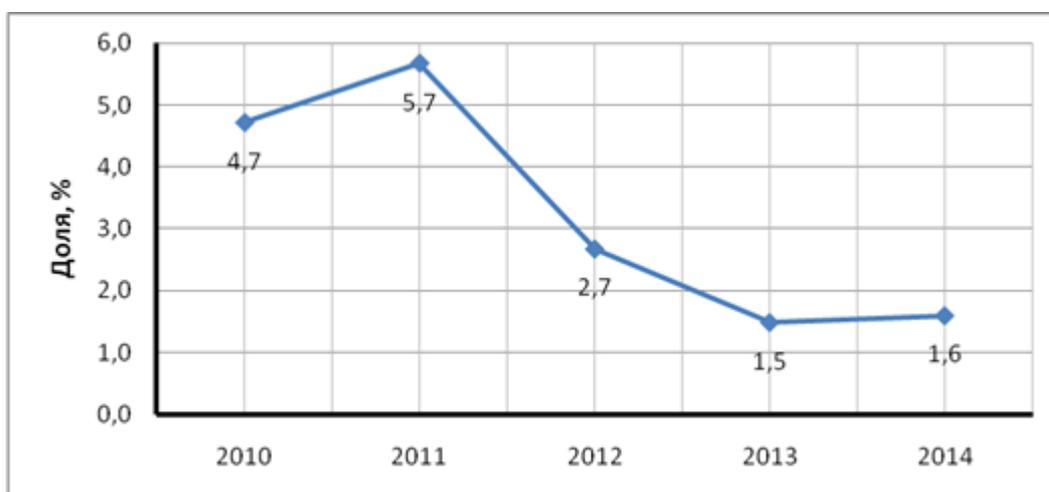


Рис. 1. Удельный вес организаций, осуществлявших экологические инновации в среднем по России, %

На рис. 2 показана доля организаций, осуществлявших экологические инновации в общем числе обследованных организаций в 2014 году по федеральным округам. В целом среди организаций, подвергшихся обследованию за указанный период, наблюдается очень низкая инновационная

активность в области экологии и природопользования. Наибольший удельный вес имеет Крымский (4,1%) и Уральский федеральный округ (2,03%), наименьший — Северо-Западный федеральный округ.



Рис. 2. Удельный вес организаций, осуществлявших экологические инновации в 2014 году по субъектам Российской Федерации, %

Рис. 3 иллюстрирует динамику специальных экологических затрат по данным формы федерального статистического наблюдения №4-инновация. В соответствии с Приказом Росстата [12] специальные затраты, связанные с экологическими инновациями, включают в себя затраты на производственно-технические и экологические мероприятия, если основной причиной их проведения является повышение экологической безопасности, улучшение или предотвращение негативного воздействия на окружающую среду (затраты на покупку и установку машин и оборудования, комплектующих, расходных материалов, на научные исследования и разработки, приобретение экологически чистых технологий и др.).

За период 2010-2014 г. затраты снизились с 26616,4 млн.руб. в 2010 году до 20913,96 млн.руб. в 2014 году. Таким образом, на конец 2014 года доля специальных затрат, связанных с экологическими инновациями, составила 3,9%

от общей суммы природоохранных затрат. Небольшой рост на 4% наблюдался лишь в 2012 году, а в 2013 году зафиксировано снижение специальных экологических затрат до 15098,24 млн.руб.

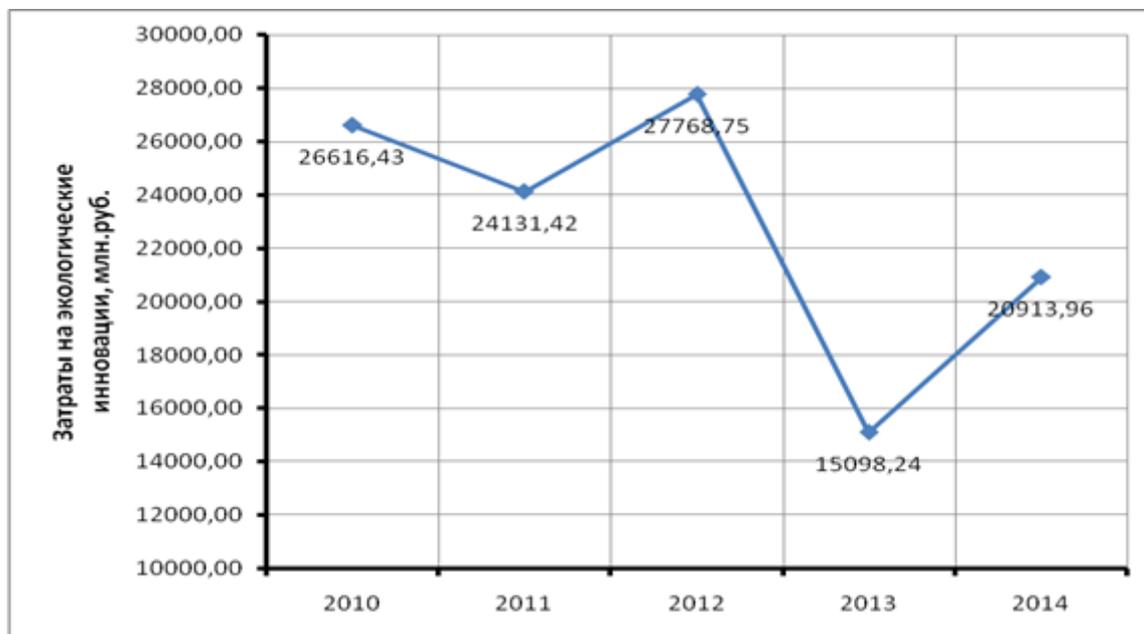


Рис. 3. Специальные затраты, связанные с экологическими инновациями по Российской Федерации, млн. руб.

На рис. 4 представлено, как распределены специальные затраты организаций, связанные с экологическими инновациями, в 2014 году по федеральным округам. Анализ данных показывает, что наибольшие затраты (33,27% от общей суммы) осуществлены в Уральском ФО, а также в Центральном ФО (23,36% от общей суммы). Наименьшие затраты наблюдаются в Крымском (0,003%), Южном (0,1%) и Северокавказском (0,35%) федеральных округах.

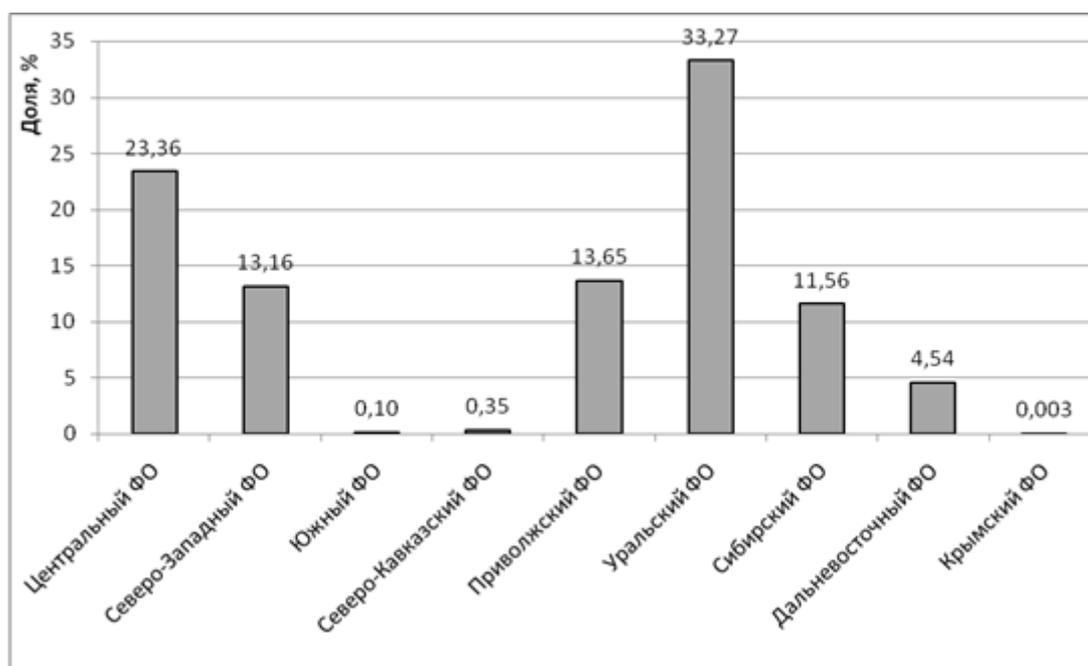


Рис. 4. Распределение специальных затрат, связанных с экологическими инновациями по федеральным округам в 2014 году, %

На основании проведенного исследования можно сделать выводы:

1. Существует объективная необходимость повышения инвестиционной активности в области охраны окружающей среды в рамках последовательного перехода к устойчивому развитию. Существующий уровень финансирования в охрану окружающей среды в размере 0,8% от ВВП является недостаточным для ликвидации нанесенного ущерба и дальнейшего обеспечения экологической безопасности.
2. Необходимо дальнейшее развитие сектора специализированных поставщиков экологических услуг и увеличение их доли в финансировании природоохранных проектов.
3. Особое внимание следует уделять стимулированию развития экологических инноваций, позволяющих обеспечивать рост экономики за счет высокой добавленной стоимости и повышать устойчивость к экологическим катастрофам за счет новых ресурсосберегающих и экологически чистых технологий.

Литература

1. Марков Ю.Г. Социальные факторы экологически устойчивого развития // Закономерности социального развития: ориентиры и критерии моделей будущего: сборник статей. — Ч. II. — Новосибирск: РАН СО, 1994. - С.29-33.
2. Наше общее будущее: Доклад Международной Комиссии по окружающей среде и развитию: Пер. с англ. / Под ред. С. А. Евтеева, Р. А. Перелета. М.: Прогресс, 1989. — 372 с.
3. Росстат [Электронный ресурс]: сайт. - URL: <http://www.gks.ru> (дата обращения 28.03.2016)
4. Указ Президента Рос. Федерации № 440 от 1 апреля 1996 г. «О концепции перехода Российской Федерации к устойчивому развитию» [Электронный ресурс]: Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс».
5. Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года, утверждены Президентом Российской Федерации 30.04.2012. [Электронный ресурс]: Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс».
6. Распоряжение Правительства РФ от 31 августа 2002 г. № 1225-р «Об Экологической доктрине Российской Федерации» // Собрание законодательства Российской Федерации. — 2002. — № 36. - Ст. 3510.
7. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года, утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р: в ред. распоряжения Правительства Российской Федерации от 08.08.2009 № 1121-р. [Электронный ресурс]: Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс».
8. Указ Президента Российской Федерации от 7 июля 2011 г. № 899: в ред. Указа Президента от 16.12.2015 № 623 «Приоритетные направления развития науки, технологий и техники в Российской Федерации» [Электронный ресурс]: Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс».

9. Прогноз долгосрочного экономического развития Российской Федерации на период до 2030 года, разработан Минэкономразвития России, утвержден Правительством Российской Федерации 2013 г. [Электронный ресурс]: Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс».

10. Евростат. [Электронный ресурс]: сайт. - URL: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Environmental_protection_expenditure (дата обращения 25.04.2016)

11. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 8 декабря 2011 г. N 2227-р. «Стратегия инновационного развития Российской Федерации на период до 2020 года» [Электронный ресурс]: Доступ из справочно-правовой системы «Консультант Плюс».

12. The eco-innovation action plan // European commission : [Электронный ресурс]: сайт. - URL: <https://ec.europa.eu/environment/ecoap/about-action-plan/objectives-methodology> (дата обращения 23.03.2016).

13. Приказ Росстата от 25.09.2015 N 442 «Об утверждении формы федерального статистического наблюдения № 4 «Инновация. Сведения об инновационной деятельности организации» [Электронный ресурс]: Доступ из справочно-правовой системы «КонсультантПлюс».

Yusupova G.F., senior lecturer, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University

INVESTMENT ENVIRONMENTAL POLICY AND ECOLOGICAL
INNOVATIONS AS THE BASIS OF TRANSITION
TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT

Abstrac. In article the Russian investment environmental policy is analyzed. The author focuses on ecological innovations and their role in the overall environmental policy of the country. Also listed are typical signs of ecological innovations.

Key words: investments; sustainable development; environmental costs; ecological innovations.

УДК 332.63

Нугуманов М.Р., кандидат экономических наук, доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

КАДАСТРОВАЯ СТОИМОСТЬ: СПОРЫ ОЦЕНЩИКОВ

Аннотация: в связи с переходом с инвентаризационной на кадастровую стоимость в оценке земельных участков и объектов недвижимости, находящихся в собственности физических и юридических лиц, у специалистов в области оценки возникли возражения относительно соответствия внесённых в Росреестр показателей реальной капитализационной стоимости объектов.

Ключевые слова: налог на имущество; налогооблагаемая база; кадастровая стоимость; Росреестр; региональный и местный налоги; бремя налоговой нагрузки; капитализация; отрицательная рыночная стоимость; независимая экспертиза; комиссия при Росреестре; арбитражный процесс.

Необходимость формирования централизованных бюджетов, так в частности посредством налоговыми поступлениями, за редким исключением не вызывает ни у кого сомнений. Споры всегда существовали и существуют в вопросах о механизме и инструментах формирования налоговых сборов. Одному из существенных аспектов в области формирования налоговой базы, её оценке, и будет посвящена данная статья.

Хотя все налоги формируются с валового дохода субъектов в реальной или вменённой его формах, они различаются по видам, определяющим методы начисления. Одним из видов существовавших ещё в Древнем Риме является налог на имущество. Налог на имущество относительно не плохой инструмент в общей системе налогообложения, обладающий рядом неоспоримых преимуществ. Так в частности к его преимуществам можно отнести: отсутствие возможности сокрытия объекта налогообложения, следовательно и налогооблагаемой базы, его социальную ориентированность. Из недостатков можно отметить негативное влияние на инвестиции в основные фонды и активность в реальном секторе. Последнее можно несколько нивелировать правильным дифференцированным подходом к ставкам по видам использования

имущества, что даже усиливает регулирующую функцию системы налогообложения. Но следует понимать, что данный инструмент тонкий и эластичность активности субъектов налогообложения на изменение налогового бремени на имущество высока даже в среднесрочном периоде. Не разумная политика, несбалансированная, несправедливая или чрезмерное вмешательство, может уже через достаточно непродолжительный период времени привести к серьёзным потерям. Тем не менее, при рациональном и взвешенном подходе данный инструментарий весьма неплох.

В данной статье внимание будет уделено методике определения налоговой базы в её фундаментальном ключе. Как известно налог на недвижимость с 2015 года будет рассчитан по новым правилам. Согласно им, налог на недвижимость с 2015 года во многих регионах РФ, так в частности и в Татарстане, начисляется исходя из кадастровой стоимости объекта. На фоне происходящего уже возникло множество прецедентов оспаривания кадастровой стоимости внесённой в Росреестр собственниками имущества.

Согласно НК РФ гл.2 ст.14 налог на имущество организаций относится к региональным, ст.15 (там же) земельный налог и налог на имущество физических лиц относятся к местным. Следует отметить согласно НК РФ гл.2 ст.12 п.п.3,4, региональными или местными признаются налоги и сборы, устанавливаемые настоящим Кодексом и законами субъектов Российской Федерации, вводимые в действие в соответствии с настоящим Кодексом законами субъектов Российской Федерации и обязательные к уплате на территориях соответствующих субъектов Российской Федерации. При установлении регионального или местного налога законодательными (представительными) органами субъектов Российской Федерации определяются следующие элементы налогообложения: налоговые ставки в пределах, установленных настоящим Кодексом, порядок и сроки уплаты налога, а также формы отчетности по данному региональному налогу. Иные элементы налогообложения устанавливаются настоящим Кодексом. При установлении регионального налога законодательными (представительными) органами

субъектов Российской Федерации могут также предусматриваться налоговые льготы и основания для их использования налогоплательщиком. Из чего следует что региональные и местные органы управления достаточно свободны в осуществление политики в области налогообложения объектов недвижимости. Соответственно за её результаты и последствия ответственны они.

Следует отметить, что ряд субъектов, используя возможность самостоятельного проведения изыскательских работ в области оценки с привлечением специализированных организаций, преследуя текущие цели, существенно исказили кадастровую стоимость объектов расположенных на их территориях в сторону завышения. Конечно, такой подход позволяет увеличить текущие налоговые сборы за счёт завышения налоговой базы, но порождает ряд негативных тенденций в целом ухудшающих экономическую обстановку. Нарушается принцип справедливости, снижается инвестиционная привлекательность, возрастает угроза массовых банкротств и роста безработицы. По сути, ради короткого эффекта мы можем получить значительно большие негативные последствия уже в среднесрочной перспективе.

В последнее время граждане начали активно судиться с Росреестром и властями. После изменения порядка расчета налога на недвижимость многие собственники посчитали кадастровую оценку завышенной, а вместе с ней и суммы нового налога, который у них собирают за эту недвижимость. В подтверждение выше изложенного можно привести статистику и оценку происходящего специалистами в области оценки.

Дело в том, что в некоторых случаях оценка может не учитывать индивидуальные особенности объекта, поэтому закон позволяет обжаловать ее. Для рассмотрения таких обращений была создана комиссия при Росреестре. За 2014 год эксперты рассмотрели 1676 обращений, из которых в отношении 300 было вынесено решение в пользу собственников.

По словам председателя комиссии Олега Совершенного, по 1,1 тыс. объектам споры рассматривались в судах, и примерно в 65% случаев кадастровая стоимость была значительно снижена – более чем вдвое.

Кадастровая стоимость становится базой для налога на имущество и на землю, заменяя более низкую инвентаризационную. С 2015 г. она применяется для расчета налога на имущество физических лиц в 28 регионах. Сумма налога за 2015 г. выросла в 2–5 раза, говорит замдиректора Центра независимой экспертизы собственности Кирилл Кулаков [1].

Люди еще не почувствовали все бремя налоговой нагрузки, практика оспаривания кадастровой стоимости физлицами еще не начала складываться, говорит юрист адвокатского бюро А2 Мария Понаморева. Но по данным Росреестра, уже за январь – сентябрь граждане подали 8000 заявлений на пересмотр кадастровой стоимости.

Не лучшим образом дела обстоят и с организациями. Приведём статистику по республике Татарстан, изложенную в деловой электронной газете «бизнес онлайн».

Тендер на проведение в Татарстане новой кадастровой оценки земельных участков снова выиграл РКЦ «Земля». Предыдущая оценка, проведенная той же компанией пять лет назад, спровоцировала 1294 арбитражных процесса — в 2012 году на Татарстан пришлось 44% всех земельных споров в России. Эксперты «БИЗНЕС Online» и Верховный суд РТ не исключают второй волны.

Кадастровая оценка земли по закону должна проводиться в регионе не реже одного раза в пять лет. В Татарстане она была завершена в декабре 2010 года. Тендер на проведение этих работ тогда выиграл все тот же РКЦ «Земля». Контракт был заключен за 50 млн. рублей при стартовой стоимости в 66,6 млн. рублей, что косвенно указывает на его качество оценки в плане реализации [2].

Результаты той переоценки применяются для налогообложения с 2011 по 2016 год. Исходя из кадастровой стоимости, высчитывается земельный налог — муниципалитеты могут ежегодно взыскивать в городскую казну до 1,5% от кадастровой цены участка. По этой причине для бизнеса выгодна низкая стоимость земли, однако переоценка 2010 года увеличила ее в разы, во многих случаях превысив рыночную. Эти результаты тогда вызвали шквал возмущения

среди землевладельцев — они в массовом порядке отправились за оспариванием в Арбитражный суд РТ.

Например, по данным компании «Ди энд Эл Оценка», разница между кадастровой и рыночной стоимостью на окраинах Казани, в частности в Кировском районе, где расположен завод «Оргсинтез», составила 7 раз, пропорционально увеличив и налоговую базу. В Советском районе Казани известному предпринимателю и владельцу сети «Регина» Михаилу Скоблионку выставили цену за 24 тыс. кв. м на улице Поперечно-Ноксинской в размере 227 млн. рублей, только после обращения в арбитраж кадастр был снижен до 35,5 млн. рублей, то есть в 6,5 раз.

В Набережных Челнах компании «ТрансТехСервис» удалось снизить стоимость земельного участка в 28 тыс. кв. м с 104,6 млн. рублей до 29,9 млн. рублей (с учетом земли в Казани ТТС снизил кадастровую стоимость своих земель с 650 млн. рублей до 222 млн. рублей). ОАО «Генерирующая компания» через суд в том же автограде добилось снижения кадастровой стоимости участка в 388 тыс. кв. м с 678 млн. рублей до 52 млн. рублей, сократив общую кадастровую стоимость своей земли с 6,7 млрд. рублей до 583 млн. рублей.

Всего с января по август 2012 года, то есть за первые 8 месяцев применения новой оценки, в суды было подано 297 исков, по которым совокупная кадастровая стоимость участков достигала 82 млрд. рублей. Бизнес требовал ее снижения до 18 млрд. рублей, то есть в 4,5 раза или на 64 млрд. рублей.

Отметим, что такой гипертрофированный характер процесс оспаривания кадастровой стоимости приобрел именно в Татарстане. За весь 2012 год в России было рассмотрено 1,2 тыс. судебных исков о пересмотре кадастровой оценки, из них 528, то есть 44%, пришлось на Татарстан. Гендиректор РКЦ «Земля» Назиб Бакиров сообщил, что за последние три года в судах Татарстана рассмотрено 1294 дела по оспариванию результатов государственной кадастровой оценки земли в населенных пунктах. Из них удовлетворено 852 иска [2].

Из выше изложенного видно налицо противостояние интересов администрации и бизнеса. Конечно, в настоящее непростое время регионам и муниципалитетам приходится изыскивать новые источники поступления в свой бюджет, но принятая на вооружение практика может значительно навредить бизнесу который и так испытывает не лучшие времена.

Кроме того в 2015 году запущен ещё один механизм по формированию налоговых поступлений, 30 октября 2014 года Госсовет РТ принял Закон N 81-ЗРТ «О внесении изменений в Закон РТ «О налоге на имущество организаций». После вступления в силу данного закона (с 2015 года) налог на имущество в отношении отдельных объектов исчисляется с кадастровой стоимости.

Законом РТ определено, какие именно объекты попадут под такое налогообложение. Из всего перечня объектов, установленных пунктом 1 статьи 378.2 НК РФ, татарстанские законодатели решили облагать налогом кадастровую стоимость только в отношении торговых центров (комплексов) общей площадью свыше 3000 кв.м и помещений в них, расположенных на территориях населенных пунктов с численностью населения более 145 000 человек, а в ближайшей перспективе свыше 2000 кв.м. Следует отметить уже имеются прецеденты оспаривания их стоимости, а сам процесс оспаривания и здесь принимает массовый характер.

В соответствии с п. 5 ст. 65 ЗК РФ кадастровая стоимость устанавливается для целей налогообложения и определения арендной платы за земельный участок, находящийся в государственной или муниципальной собственности [3]. Из чего следует, кадастровая стоимость напрямую привязана к доходности объекта недвижимости, то есть определена рыночными факторами, влияющими на величину её капитализации. Именно такой подход можно считать наиболее справедливым, так как в этом случае налоговая база, следовательно и налоговые начисления будут пропорциональны получаемой ренте от использования объекта налогообложения. Конечно, для реализации рассматриваемого подхода потребуется разработка сложной методики в модели которой будут учитываться

все конъюнктурные факторы имеющие существенное влияние на реальную рыночную стоимость предмета оценки.

В противном случае если налоговая база (кадастровая стоимость) объекта недвижимости не будет соответствовать её рыночной стоимости, возникают прецеденты недооценки или переоценки степени капитализации объекта. Соответственно возникают условия налоговой недонагрузки или перенагрузки субъекта налогообложения. При существенном завышении кадастровой стоимости возможно возникновение ситуации, когда налоговые начисления и хозяйственные расходы на содержание объекта перекрывают ренту от его использования. То есть рыночная стоимость при таком необдуманном вмешательстве может стать отрицательной, что оценивается как создание кризисной ситуации у конкретных рыночных субъектов под влиянием внешних административных факторов. В условиях системного кризиса, когда рентные доходы значительно снизились, необходим взвешенный подход в налоговой политике ко всем субъектам, в том числе и к собственникам имущества.

Бесспорно, администрация может апеллировать к ситуации в экономике и социальным задачам в условиях кризиса, о необходимости расстановки приоритетов и необходимости жертв. Конечно, торговая деятельность не в составе приоритетных, но как мы знаем она не существует в вакууме и имеет существенный мультипликативный эффект в банковской и производственных сферах. Так в частности, торговые центры привлекли большие кредитные ресурсы, их банкротство ляжет дополнительной нагрузкой на и без того проблемный банковский сектор, результаты не заставят себя ждать.

В заключении хотелось отметить. Налог на имущество не плохой механизм в реализации бюджетной политики регионов и муниципальных образований. Но внедрение новых инструментов всегда связано с определёнными рисками и потерями. Важно найти такое компромиссное решение при котором будет достигнуто состояние приближенное к оптимальному по кривой Лаффера при рассмотрении в долгосрочной перспективе. Один из существенных элементов в общем комплексе решаемых

задач, разработка методики и инструментов её реализации при определении кадастровой стоимости исходя из принципа реальной доходности при эффективном использовании объекта недвижимости. В противном случае возникают риски либо утратить инвестиционную привлекательность, либо повторить немецкий опыт. Налог на имущество в Германии зависел от величины имущества (нетто, то есть высчитывалась задолженность), которым владел налогоплательщик в определённый день. Метод оценки имущества в 1995 г. был признан несоответствующим конституции и поэтому налог в 1997 г. был отменён.

Литература

1. Переоценка на дом [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vedomosti.ru/economics/articles/2015/11/20/617647-minekonomrazvitiya-predlagaet-peresmatrivat-kada> (дата обращения 14.02.2016)
2. В Татарстане грядет вторая «войнушка по земле»? [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.business-gazeta.ru/article/138557/> (дата обращения 22.02.2016)
3. Комментарий к постановлению Пленума ВС РФ от 30.06.2015 №28 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.klerk.ru/law/articles/432378/> (дата обращения 22.02.2016)

Nugumanov.M.R. candidate of economic Sciences, assistant professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University

CADASTRAL VALUE: APPRAISERS DISPUTES

Abstract: in connection with the transition to the inventory on the cadastral value in the assessment of land and property owned by individuals and legal entities, from the experts in assessing any objections with respect to compliance with the brought in Rosreestr indicators capitalizational real value of the objects.

Key words: property tax; the tax base; cadastral value; Rosreestr; regional and local taxes; the burden of the tax burden; capitalization; negative market value; independent examination; Rosreestra commission; arbitration process.

ЯЗЫК В СИСТЕМЕ КОММУНИКАЦИЙ: ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ И ЛИНГВИСТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

УДК- 81'26

Мустафина Д.Н., доктор филологических наук, профессор; Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»;

Соловьева А.В., магистрант, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»;

Славина Л.Р., кандидат филологических наук, доцент, Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

ИЗ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ЯЗЫКОВОЙ ПОЛИТИКИ В СИСТЕМЕ ОБРАЗОВАНИЯ США

Статья опубликована при поддержке РГНФ и Правительства Республики Татарстан, проект 15-14-16002

Аннотация. В данной статье рассматривается текущее положение и возможное развитие языковой политики на территории Америки. Отмечается актуальность и важность этих процессов для формирования текущей языковой картины мира и возможного прогнозирования ее будущих трансформаций.

Ключевые слова: языковая политика, билингвизм, государственный язык, миноритарный язык, гомогенизация, мультикультурализм.

В современном мире в связи с процессами самоопределения наций, образованием многонациональных государств, межгосударственными и межнациональными отношениями, активной миграцией населения одной из основных задач, стоящих перед государством стало правовое решение вопросов языка в обществе. Акцент на такие темы, как язык и этническое происхождение, язык и культура, язык и образование, во-первых, определяются потребностями общества в целом. Во-вторых, жизнеспособность многонациональных, этнически разнообразных государств зависит от стратегии языковой политики на широкой основе социальных, образовательных и экономических тенденций. Они «затрагивают тему

законодательного обеспечения применения языков в официальном и неофициальном общении, в обучении языкам в школе и вузе, во взаимоотношениях между народами» [1; с.315].

Языковая гомогенизация (одноязычие) общества является основной целью политики ассимиляции. При политике дифференциации миноритарные или языки меньшинств не поддерживаются государством, однако имеют возможность создания параллельных институтов (частные учебные учреждения, частные СМИ).

Модель мультикультурализма в языковой политике предлагается рассматривать в двух вариантах. 1) Региональный мультикультурализм, где защита языков территориально обусловлено, и основано на принципах федерализма и многоуровневого устройства политической власти. 2) Социокультурный вариант мультикультурализма признает уникальность и защищает права использования идиом во всех коммуникативных сферах (регламентируемых, аморфных). Такая языковая политика стимулирует развитие билингвизма или мультилингвизма в образовании. [6; с.211].

В работах Д. Мустафиной подчеркивается, что «результаты социолингвистических исследований, направленных на решение глобальных вопросов и поощрения толерантности, доказали основополагающую роль образования в достижении языковой политикой целей. Образование является главным средством, которое оказывает прямое и активное влияние на положение, престиж и развитие языка»[5, с.175]

В целях освещения языковой политики в образовании США необходимо сказать об американских социолингвистах, исследовавших общую специфику американского двуязычия, ассимиляции, языкового сдвига, способов сохранения и обслуживания языка. Наиболее влиятельным социологом языка является Джошу Фишман («Языковая лояльность в Соединенных Штатах» (1966)), развивший идеи социолога Х. Клосс, которые пытался документировать усвоение немецкого языка в Америке, а так же таких ученых, как Эйнар Хаган (норвежский язык), Уриэль Вейнрейха (идиш), Чарльз

Фергюсон (арабский язык, диглоссия), Дель Хаймс (этнография речи) и Джон Гамперц (индийское многоязычие), исследовавших язык и языковую ассимиляцию в многоязычных обществах.

Еще одним источником нынешнего роста интереса к вопросам языковой политики являются работы Лабова (1972), который исследовал нестандартные диалекты (например, афроамериканский английский). Эти исследования привели к новой концептуализации изменения и изменчивости языка.

В социально-ориентированных работах Фишман, Хаймс, Фергюсона, Лабова и других, особое внимание уделяется изучению языков иммигрантов в Соединенных Штатах (немецкий язык, идиш и т.д.), определению взаимосвязи стандартных и нестандартных языков с доминирующей английской культурой, например диглоссии стандартного английского языка и Черного английского (креольского английского, гавайского `пиджин английского), канадского английского и канадского французского, стандартного французского языка и гаитянского креольского языка и т.д.

Соединенные Штаты Америки являются одной из тех немногих стран, не имеющих государственного языка. Согласно статье Конституции США, английский язык является официальным языком. Это означает что, представители федерального правительства имеют обязательство сохранять и укреплять роль английского языка. Все официальные функции правительства, документы, необходимые для обеспечения национальной безопасности, международных отношений, торговли, публичного судопроизводства выполняются на английском языке. Вопрос о государственном языке оставался актуальным во время и после войны за независимость, но в итоге был оставлен без какого-либо официального решения.

В различные годы конгрессмены и общественные организации поднимали вопрос о статусе английского языка. В данном вопросе существует два противоположенных течения. Некоторые члены Конгресса США «рассматривают как тревожный знак и даже угрозу [10] то, что по оценкам Бюро переписи населения США 21,1% жителей США теперь считают

домашним другой язык кроме английского. Это 63, 2 миллиона жителей, примерно в 2 раза больше, чем к 1990г. и в три раза больше, чем к 1980г. В период массовой иммиграции из стран Азии, Центральной и Южной Америки, Африки и Ближнего Востока. Демографические изменения в особенности были заметны в государственных школах. В классах существовало большое количество учащихся, принадлежащих к разным культурным, этническим и национальным группам. Каждый пятый школьник говорил дома «на одном из 194 языков», дети имели разное религиозное и социально-экономическое происхождение, а также уровень образования. Перепись населения США 2012 года подтвердила возрастающее языковое разнообразие, в частности среди населения школьного возраста. Предполагается, что к 2030 году белые носители английского языка будут составлять менее половины учеников. Прогнозы демографов о том, что в ближайшем будущем ни одна этническая группа не будет представлять собой численное большинство, вызывают беспокойство по поводу статус английского языка как доминирующего языка страны и английского одноязычия как нормы. В связи с этим предлагались в различные годы различные проекты законов о государственном языке (один из последних «English language Unity Act of 2015»).

Движение "Только английский" в середине XX в. приобрело обширную поддержку в Соединенных штатах. Целью данного движения является признание английского государственным языком США и сокращение использования других языков в правительственных и общественных и образовательных учреждениях Соединенных Штатов.

Несмотря на тот факт, что США были основаны и развивались как страна переселенцев и иммигрантов, главной характеристикой которой было языковое и этническое разнообразие, английский язык вверялся в качестве единого языка страны, а англо-саксонские ценности поддерживались в качестве основных.

Обращая особое внимание на то, что растущее число языков в американском обществе может привести к политическим разногласиям, подчеркивая практическое преимущество обучения только на одном языке. Но

любого рода препятствия в использовании других языков, в том числе как языка обучения, ограничения в сохранении и использовании языков коренных народов Америки не согласуется с Конституцией Соединенных Штатов.

Важный проект по социальной психологии о двуязычии и его влиянии на развитие образования детей был реализован в 1950-х годах в Университете Макгилла в Квебеке. Выводы о том, что двуязычие не наносит ущерба психологическому и образовательному развитию канадских детей, а даже наоборот, знание языков может быть познавательным, побудило американских педагогов применять методику двуязычного образования в аналогичных ситуациях в Соединенных Штатах. Были запущены двуязычные программы для решения сохраняющихся проблем неуспеваемости среди американских общин языкового меньшинства, особенно после того, как были успешными стартовые проекты в преодолении «языковой пробелов» для детей кубинских беженцев в Южной Флориде. Принятие Закона о двуязычном образовании (1967 г.) дало возможность для реализации и изучения различного рода двуязычных программ при условии финансирования их регионами США.

По мнению Ощепковой В.В., вследствие географической изоляции от остального мира и закрепления статуса английского языка как языка международного общения, жители Америки не имеют стимула к изучению второго языка. При отсутствии личного опыта общественность легко верит в теории, дискредитирующие детский билингвизм и недооценивающие время, которое требуется для овладения английским языком в объеме, необходимом для успешного обучения детей, принадлежащих к языковым меньшинствам, в обычных классах на английском языке [4; с.49].

Результатом деятельности «Только английский» стала инициатива «English for the Children Initiative» в Калифорнии [9], которая запрещает билингвистическое образование и требует, чтобы в государственных школах единственным языком обучения был английский. Новый закон ограничил услуги, предоставляемые школами для учащихся, не являющихся носителями английского языка. Учащиеся, принадлежащие к языковым меньшинствам,

помещаются в отдельные классы для изучения английского языка не более чем на один год. Но большинство жителей Калифорнии не поддержали данную инициативу, так как 1,4 миллиона учащихся государственных школ не владеют английским. Эта цифра больше, чем в любом другом государстве. Ситуация такова: более половины всех школьных округов, где учатся школьники с ограниченным английским лишены обучения на родном языке, отчасти из-за нехватки квалифицированных двуязычных учителей. Законодательные усилия в направлении изменения в контексте двуязычного образования провалились в последние годы. РГА одобрил законопроект сенатора Деде Алперт (D-Coronado), который предлагает большую гибкость методов обучения (в том числе и языковую) учителей на местах [8; с.45].

Закон о двуязычном образовании истек в январе 2002г. Кроме того, образование США медленно прекращает программы иностранных языков: многие университеты и колледжи больше не требуют иностранного языка, а также начальное и среднее звено школы перенесли свои усилия на подготовку учеников к стандартизированным тестам на английском языке и математике в результате федерального 2002 образовательного закона, ни одного отстающего ребенка. Законы и меры ответственности, которые ориентировались исключительно на английский язык и математику, привели во многих школах к падению в занятиях по иностранному языку и другим предметам. Родос и Pufahl [9, 2010] пишут, что преподавание французского, немецкого, японского и русского языка снизилось на начальном и среднем уровне.

Министерством обороны США с целью соответствия сотрудников на всех уровнях государственных структур и удовлетворения военных потребностей ставит задачу изучения иностранных языков. Мероприятия, реализующие, эти цели предполагают достижения изучающими иностранный язык 3, 4 уровня языковой компетенции. Социологический опрос 2006 года показал, что английский язык должен быть официальным языком, три четверти сказали, что дети должны изучать другие языки в высшей школе, 65%, что иностранные языки являются важным в качестве языка обучения математике и естественным

наукам, и 67%, что английский не угрожает миноритарным языкам. Президент Б. Обама на вопрос о государственном статусе английского языка сказал, что иммигранты должны знать английский язык, но закон о государственном статусе языка не является необходимым и даже лицемерным. Многие американцы, поехав в Европу, могут сказать только «merci beaucoup», и «вместо того, чтобы беспокоиться о том, могут ли иммигранты изучит английский - а они его изучат – Вам нужно быть уверенным, что Ваш ребенок говорит на испанском. Следует думать о том, как сделать детей билингвами, которые знают более одного языка» [10]

Сегодня языковые меньшинства ассимилируются в американское общество быстрее, чем когда-либо раньше. Долгосрочные последствия такой политики, включая потери языков, ведут к разрушению культурной идентичности целых сообществ и поколения учеников, принадлежащих к языковым меньшинствам, которые не смогут получить среднее образование в ближайшие годы.

В заключение нашей статьи необходимо подчеркнуть что, движение «Только английский» оказывает значительное влияние на школьную языковую политику. Мейнстрим опасается, что новые иммигранты категорически откажутся принимать английский язык и англосаксонские ценности. Государство использует школы в качестве средства навязывания английского языка для детей, с целью созданий условий для того, чтобы дети забывали родной языки культуру.

Литература

1. Гречко, В. А. Теория языкознания. — М.: Высшая школа, 2003.
2. Беликов В. И., Крысин Л. П. Социоллингвистика. — М.: РГГУ, 2001.
3. Белянин В. П. Психоллингвистика. — М.: МПСИ, 2003.
4. Ощепкова В. В. Язык и культура Великобритании, США, Канады, Австралии, Новой Зеландии. — М.-СПб.: ГПОССА-КАРО, 2004.
5. Мустафина Дж. Функциональное развитие татарского языка и других региональных языков Российской Федерации и Европы в свете

- социолингвистической парадигмы. – Набережные Челны: Изд-во Камской государственной инженерно-экономической академии. – 2012.
6. Славина Л.Р. Языковая политика в сфере образования в Канаде // Этнополитика и миграция: сборник статей Международного научного симпозиума, Казань. - 2016. - №3.
 7. Spolsky B. Does the United States Need a Language Policy? [Электронный ресурс]. - сайт: URL: <http://www.cal.org> (дата обращения: 26.07.2016).
 8. Rhodes N. Foreign Language Teaching in U.S. Schools. Results of a National Survey [Электронный ресурс]. - http://www.cal.org/projects/Exec%20Summary_111009.pdf (дата обращения 7.01.2016).
 9. H.R.997 — 114th Congress. English Language Unity Act of 2015 [Электронный ресурс]. - <https://www.congress.gov/bill/114th-congress/house-bill/997> (дата обращения 7.05.2016).
-

Mustafina D. N., PhD, professor, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University;

Solovyeva A.V., master student, Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University;

Slavina L.R., candidate of philological sciences, associate professor of Naberezhnye Chelny Institute of Kazan (Volga region) Federal University

FROM THE HISTORY OF LANGUAGE POLICY IN THE U.S. EDUCATION SYSTEM

Abstract: This article discusses the current situation and the possible development of language policy in the USA. The urgency and importance of these processes for the formation of the current language picture of the world and the ability predicts its future transformation.

Key words: language policy, bilingualism, official language, minority language, homogenization, multiculturalism.

Халимов М.Х., кандидат филологических наук, доцент, Набережночелнинский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет».

МОРФОСИНТАКСИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В СТРУКТУРЕ СЛОЖНОГО БЕССОЮЗНОГО ПРЕДЛОЖЕНИЯ В СОВРЕМЕННОМ ФРАНЦУЗСКОМ ЯЗЫКЕ.

Аннотация. С привлечением широкого фактического языкового материала и использованием метода структурно-функционального анализа установлены основные модели сложного бессоюзного предложения с отношением подчинения и сочинения в современном французском языке. Представлены грамматические критерии отграничения сложного бессоюзного предложения от сочетания самостоятельных предложений.

Ключевые слова: сложное бессоюзное предложение, бессоюзная конструкция, предикативная единица, инверсия, наклонение, структура, семантика, сочинение, подчинение.

Общеизвестно, что в сфере бессоюзия границы между предикативными единицами выражены менее четко, чем в союзных структурах. Не случайно поэтому, в традиционной отечественной и зарубежной грамматике при исследовании союзного сложного предложения, прежде всего, опираются на формальные признаки (союзы, позиция придаточного по отношению к главному, порядок слов и др.), а при анализе бессоюзных конструкций – на семантические, логико-смысловые и интонационные признаки. В результате, последовательность контекстуально связанных, но грамматически самостоятельных предложений выдается за сложное предложение. Например:

Elle était lasse ce matin, elle avait mal dormi (Fr. Sagan)

Va téléphoner au notaire: tu verras bien si je me moque (Fr. Mauriac)

На наш взгляд о сложном предложении (и союзном и бессоюзном) можно говорить только в том случае, если входящие в его состав предложения, или одно из них, имеют особые грамматические признаки, которыми они не обладают, будучи самостоятельными предложениями. Иными словами,

«сложное предложение, для того чтобы стать синтаксической единицей, должно включать в свой состав предложения, обладающие специфическими формальными признаками по сравнению с простыми независимыми предложениями» [1,27]. Отграничение сложного предложения от сочетания самостоятельных предложений является первым необходимым условием исследования бессоюзного предложения и выявления его особенностей [2].

Как показало исследование, ярким и типичным признаком сложного бессоюзного предложения с отношением подчинения является инверсия. Из трех типов инверсии, сложной, простой, абсолютной, наиболее продуктивной и распространенной является простая инверсия. В бессоюзных конструкциях с простой инверсией представлены все четыре наклонения (*Indicatif*, *Conditionnel*, *Subjonctif*, *Impératif*) с широким временным диапазоном (прошедшее, настоящее, будущее). Выявлены 21 модель. Приведем некоторые из них:

Présent de l'Indicatif – Présent de l'Indicatif: Rencontre-t-elle les arceaux de fer qui bordent la pelouse, elle les franchit d'un bond facile (R. Merle).

Imparfait de l'Indicatif – Imparfait de l'Indicatif: Passait-elle devant une vitrine, elle s'y arrêtait un moment (G. Mazeline).

Plus-que-parfait de l'Indicatif – Imparfait de l'Indicatif: Avait-elle eu l'idée d'habiller elle même Isabelle, elle taillait aussitôt le tissu d'une robe, d'un manteau (J. Borel).

Imparfait de l'Indicatif – Imparfait du Subjonctif: L'oeillet pourpre était très beau et un hommage masculin toujours agréable, vînt-il d'un garçon sous séduction (P. Gascar)

Plus-que-parfait de l'Indicatif – Imparfait du Subjonctif: Bien sûr, il avait promis à Kélara de lui ramener son mari, fût-il dans la gueule du lion (F. Oyono).

Imparfait du Subjonctif – Futur Simple de l'Indicatif: Dussé-je en crever de honte, je la confesserai bien haut à ma femme, à ma belle mère et, bien entendu, à mon fils (M. Aymé).

Imparfait du Subjonctif – Impératif: Dussiez-vous en souffrir, dites toujours la vérité (J.-M. Laurence).

Présent du Subjonctif – Futur Simple de l' Indicatif: Je ne connais pas le chiffre. Si petit soit-il, il vaudra mieux que rien (J. Romains).

Conditionnel Présent – Conditionnel Présent: Vivrait-elle cent ans, aucun autre garçon n'existerait à ses yeux (Fr. Mauriac).

Seigneur, le voudrais-je, je ne pourrais dénouer ce que Dieu a noué (H. Montherlant).

Conditionnel Passé – Conditionnel Passé: Me l'eût-on refusé, je l'eusse inventé moi-même (J.-P. Sartre).

Conditionnel Passé – Imparfait de l' Indicatif: M'aurait-elle accompagné à la gare, je la savais capable, à la dernière seconde, de bondir dans le train (J. Houbart).

Conditionnel Présent – Présent de l' Indicatif: Serais-je plus enfoncée encore, plus englouti, je ne peux souhaiter de progrès, son égoïste délivrance (M. Butor).

Бессоюзные конструкции со сложной инверсией представлены 10 моделями, где в зависимом компоненте представлены три наклонения: условное, сослагательное, изъявительное. Например:

Conditionnel Présent – Présent de l' Indicatif: L'univers entier poufferait-il de vous, c'est vous qui avez raison (H. Montherlant).

Imparfait de l' Indicatif – Imparfait de l' Indicatif: Seulement une grande duchesse, une princesse du sang, dînait-elle souvent chez Mme de Guermantes, elle se trouvait alors faire partir de cette chapelle, elle aussi, sans y avoir aucun droit, sans en posséder de rien d'esprit (M. Proust).

Plus-que-parfait du Subjonctif – Présent de l' Indicatif: Anne fût-elle morte, et morte par moi ou pour moi, il n'est pas sûr que ce grief essentiel en eût été pour autant conjuré (J. Borel).

Présent de l' Indicatif – Présent de l' Indicatif: Un détenu adresse-t-il un salut à un ami, échange-t-il quelques mots avec un autre, ose-t-il porter une lettre dans la boîte sans être accompagné qu'il est sûr, une fois sur deux, de tomber sur Atl..... (M.Proust).

Бессоюзные предложения с абсолютной инверсией представлены 4 моделями с Conditionnel и Subjonctif в зависимом компоненте. Например:

Vienne la saison morte, la bise, les neiges, viendra la saison nouvelle aussi (H. Pourrat).

Reviendrait le matin, reviendrait le temps de Pâques (H. Pourrat).

Структурно три типа инверсии достаточно четко различаются по позиции зависимого компонента. В конструкциях с абсолютной инверсией придаточное предшествует главному. Компонент со сложной инверсией также преимущественно препозитивен, хотя за редким случаем возможна интерпозиция. Компонент с простой инверсией может оказаться во всех трех возможных позициях: пре-, пост-, интерпозициях. С точки зрения семантических отношений рассмотренные конструкции также отличаются друг от друга. Диапазон семантических отношений в конструкциях с абсолютной инверсией довольно узок. Это условное и условно-временное отношения. В конструкциях со сложной инверсией отсутствует отношение чистой уступки. В конструкциях с простой инверсией представлены все типы семантических отношений, возможные вообще в бессоюзном предложении с подчинительной связью.

В бессоюзных конструкциях с прямым порядком слов релевантным признаком сложного предложения выступает специфическая сочетаемость форм прямого и косвенного наклонений: *Indicatif*, *Subjonctif*, *Conditionnel*, *Impératif*. Например:

Présent du Subjonctif – Présent de l'Indicatif: Qu'on ait besoin de moi, je suis toujours là pour répondre: "Présent" (M. Proust).

Impératif – Futur Simple de l'Indicatif: Aurélien, il a l'esprit de contradiction, donnez-lui du sucre, il mettra du sel dans son café (L. Aragon).

Il est pharmacien, naturellement...Mais ôtez-le de ses assiettes, il n'en reste rien (L. Aragon).

Conditionnel Présent – Conditionnel Présent: J'aurais le manteau rouge, les bottes et la haute, on me respecterait (J.-P. Sartre).

Conditionnel Passé – Conditionnel Passé: Si, j'aurais créé le monde, je n'aurais pas fait mieux (H. Montherant).

Условием вхождения компонента с *Impératif* и *Présent du Subjonctif* в структуру сложного бессоюзного предложения с отношением подчинения является утрата значения повелевания, присущее им в простом предложении.

В конструкции *Cond.– Cond.* сложное бессоюзное предложение образует те конструкции, в которых компоненты семантически противопоставлены. Напротив, отношение перечисления между компонентами образует сочетание бессоюзно связанных простых предложений. Сравним:

Et puis, tu apprendrais l’anglais, tu monteras tes pièces en anglais, dit Françoise (J. Borel). – Затем ты выучишь английский, ты покажешь свои пьесы на английском языке.

Принадлежность конструкций типа “*Elle ne comprendrait pas, elle serait peinée (H.Troyat)*” к сложному предложению или к сочетанию самостоятельных предложений вызывает обоснованные споры. На наш взгляд, если конструкция выступает в качестве сложного бессоюзного предложения, то основными его характеристиками будут: условное отношение, фиксированная позиция компонентов, закрытость структуры (Если она не поймет, она будет огорчена).

Если та же конструкция интерпретируется как соединение самостоятельных предложений (Она не поймет, она будет огорчена) то ей присуще: отношение перечисления, потенциальная нефиксированность компонентов, открытость структуры. В устной речи эти омонимичные конструкции будут различаться интонацией.

Одним из синтаксических, формальных признаков сложного бессоюзного предложения является наличие однородных компонентов (предикативных единиц, членов предложения) в «маркированном» компоненте. Однородность предикативных единиц в зависимом компоненте выражается соотношением антонимичных глаголов (лексических антонимов). Например:

Que je dorme ou je veille, il n’y a que ton image pour se peindre sur l’oeil de mes idées (L. Aragon).

Qu’il soit nôtre, qu’il soit celui d’autrui, c’est le même à des millions d’exemplaires répété, recommencé ... (C. Bourniquel).

Que je dorme ou que je ne dorme pas, j'ai bien besoin de mon lit (J.-L. Cotte).

Возможно замещение целой предикативной единицы отрицательным наречием «non»:

Que la notion soit voté ou non, je ne vois pas de différence (R. Merle).

J'ai l'ordre de vous amener, que vous le vouliez ou non (R. Merle).

Однородными членами предложения в зависимом компоненте выступают сказуемые, дополнения, определения, обстоятельства. Сравним:

Que les gens baissent ou élèvent la voix à proximité de lui, Loris n'est attentif le plus souvent qu'à ses curieuses alternances rythmiques dans les dialogues des adultes (C. Bourniquel).

Heureusement les applaudissements ne manquent pas: qu'ils écoutent mon babillage ou l'Art de la Fugue, les adultes ont le même sourire de dégustation masculine et de convenance (J.-P. Sartre).

Qu'il peigne des êtres humains ou divins, il ne s'attache désormais qu'à la représentation des âmes (M. Grevisse).

Qu' il conduise vers le travail, le logis ou le plaisir, il assume pendant un temps à lui seul la tentation nerveuse de son voyageur (J. Houbart).

Сложное бессоюзное предложение с отношением сочинения представлено двумя моделями [3].

В первой модели во втором или последующих компонентах отсутствует личное субъектное местоимение. Например:

Il se leva, écarta les rideaux, ouvrit les volets (H. Troyat).

Il ouvrit à nouveau la porte, fit entrer le garde (J. Simenon)

Il sentait la solution proche, cherchait à la deviner (J. Simenon).

Компоненты бессоюзной конструкции передают последовательность или одновременность событий в зависимости от временной формы сказуемого. Как правило, эти конструкции носят открытый характер. Перечислительный ряд может быть завершён употреблением союза et перед завершающим компонентом. Например: Un violon s'élança au dessus de l'orchestre, pelpita désespérément en une note déchiré et retomba (Fr. Sagan).

Компонент без субъектного местоимения четко противопоставляется строению простого повествовательного предложения.

Во второй модели второй компонент также «деформирован», отсутствует глагол-сказуемое, т.е. данный компонент также формально отличается от строения простого предложения. Сравним:

Maigret paya ses consommations, James les siennes (J. Simenon).

Sa voix était sèche, son regard dur (J. Simenon).

Elle fait ses études à l'Institut, lui à l'Université.

В данном случае компоненты бессоюзной конструкции находятся в отношении сопоставления.

Отличительным признаком сложносочиненного бессоюзного предложения, если сравнивать его с предложением с однородными сказуемыми, является отсутствие общего второстепенного члена. В предложении с однородными сказуемыми общий второстепенный член (дополнение, обстоятельство) формально выражен один раз и относится ко всем компонентам [3]. Например: *Le général a goûté, regûté le vin (H. Bazin).*

Некоторые бессоюзные конструкции, без второстепенных членов предложения, могут называться омонимичными. Другими словами, одна и та же конструкция может быть интерпретирована двояко: и как простое предложение с однородными сказуемыми, и как бессоюзное сложное предложение. Например: *Il sautillait, gesticulait (J. Simenon).* Возможность вставки общего второстепенного члена предложения, например, обстоятельства “*sans cesse*” трансформирует данную конструкцию в предложение с однородными сказуемыми: *Il sautillait, gesticulait sans cesse.*

Таким образом, методом структурно-функционального сопоставления компонентов бессоюзных конструкций со строением простого повествовательного предложения удалось установить типичные модели сложного бессоюзного предложения в современном французском языке.

Литература

1. Васильева Н.М. Структура сложного предложения. М.: Высшая школа, 1967. - 232 с.
2. Васильева Н.М. О принципах анализа сложного бессоюзного предложения // Теоретические вопросы романо-германской филологии: сборник статей. - Горький, 1976. - С. 11-23.
3. Васильева Н.М., Пицкова Л.П. Французский язык: Теоретическая грамматика: Морфология: Синтаксис. - М.: Высшая школа, 1991. - 299 с.

Khalimov M.Kh., Naberezhnye Chelny institute (branch) of Kazan Federal University, candidate of philological sciences, associate professor

MORPHOSYNTACTIC MODELS IN STRUCTURE OF THE COMPOUND CONJUNCTIONLESS SENTENCE IN MODERN FRENCH.

Annotation. The basic models of complex conjunctionless sentences with coordination and subordination in modern French are revealed in this article. A wide actual language material and the method of structural-functional analysis are involved. Grammatical criteria for distinguishing complex conjunctionless sentences from combinations of independent sentences are presented in this paper.

Key-words: complex conjunctionless sentences, conjunctionless construction, predicative unit, inversion, mood, structure, semantics, coordination, subordination.