

**НАУКА. ТЕХНИКА.  
ТЕХНОЛОГИИ**  
(политехнический вестник)

---

**SCIENCE. ENGINEERING.  
TECHNOLOGY**  
(polytechnical bulletin)

**№ 4**

**2013**

# НАУКА. ТЕХНИКА. ТЕХНОЛОГИИ

(политехнический вестник)

2013, № 4

(печатная версия научного  
мультидисциплинарного журнала  
«Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник)»

<http://id-yug.com>

Основан в 2013 г.

ISSN 2309-3250 (print)    ISSN 2309-3269 (on-line)

Свидетельство о регистрации СМИ:

ПИ № ФС77-53093 от 07 марта 2013 г.

Эл № ФС77-53092 от 07 марта 2013 г.

Лицензионный договор Научная Электронная Библиотека (НЭБ)  
(Российский индекс научного цитирования)  
№ 446-07/2013 от 30 июля 2013 г.

---

## ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

**БЕРЕЖНОЙ Сергей Борисович**, член-корреспондент Инженерной академии РФ, доктор технических наук, профессор, декан факультета машиностроения и автосервиса, заведующий кафедрой технической механики ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

## ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

**КАСЬЯНОВ Геннадий Иванович**, член-корреспондент Инженерной академии РФ, действительный член Международной академии информатизации при ООН, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии мясных и рыбных продуктов ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

**ФОМЕНКО Олег Яковлевич**, кандидат технических наук, доцент, директор ООО «Издательский Дом – Юг».

## **РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ:**

**АНТОНИАДИ Дмитрий Георгиевич**, действительный член Российской академии естественных наук, доктор технических наук, профессор, директор института нефти, газа и энергетики ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ), заведующий кафедрой нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна КубГТУ.

**АТРОЩЕНКО Валерий Александрович**, член-корреспондент Российской академии естествознания, доктор технических наук, профессор, декан факультета компьютерных технологий и автоматизированных систем, заведующий кафедрой информатики и вычислительных систем ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

**БАБУШКИН Виктор Михайлович**, член-корреспондент академии аграрного образования, член-корреспондент Международной академии аграрного образования, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры кадастра и мониторинга земель ФГБОУ ВПО «Новочеркасская государственная мелиоративная академия» (НГМА).

**БЛЕДНОВА Жесфина Михайловна**, Федеральный эксперт научно технической сферы, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой динамики и прочности машин ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

**ГЛАДИЛИН Александр Васильевич**, член-корреспондент Российской академии естественных наук, доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры экономики и технологии управления Института экономики и управления ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет» (СКФУ).

**ДОМБРОВСКИЙ Александр Николаевич**, академик Российской академии транспорта, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры организации перевозок и дорожного движения ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ), вице-президент банка «Акрополь».

**КАЗЕЕВ Камиль Шагидуллович**, кандидат биологических наук, доктор географических наук, профессор, профессор кафедры экологии и природопользования факультета биологических наук ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет» (ЮФУ).

**КОЛЕСНИКОВ Сергей Ильич**, кандидат географических наук, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой экологии и природопользования факультета биологических наук ФГАОУ ВПО «Южный федеральный университет» (ЮФУ).

**КОРНЕНА Елена Павловна**, член-корреспондент Международной академии высшей школы, доктор технических наук, профессор, заместитель директора по научной и инновационной деятельности государственного научного учреждения «Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции Российской академии сельскохозяйственных наук» (ГНУ КНИИХП Россельхозакадемии).

**МОСКВИЧ Вадим Константинович**, кандидат технических наук, профессор кафедры транспортных сооружений ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ), декан факультета автомобильно-дорожных и кадастровых систем ФГБОУ ВПО КубГТУ.

**ПОЛИДИ Александр Анатольевич**, член международного альянса бизнес-консультантов Восточной Европы, бизнес-тренер Академии менеджмента Нижней Саксонии, доктор экономических наук, профессор, заслуженный экономист Кубани, профессор кафедры экономики и финансового менеджмента ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

**СИМАНКОВ Владимир Сергеевич**, действительный член Международной академии наук прикладной радиоэлектроники, член Южной секции содействия развитию экономической науки отделения экономики РАН, доктор технических наук, профессор, директор института информационных технологий и безопасности (КубГТУ).

**СМЕЛЯГИН Анатолий Игоревич**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой теоретической механики ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

**СТРЕЛЬНИКОВ Виктор Владимирович**, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной экологии ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет» (КубГАУ).

**ТРУФЛЯК Евгений Владимирович**, доктор технических наук, профессор кафедры процессов и машин в агробизнесе ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет» (КубГАУ), начальник управления науки и инноваций КубГАУ.

**ТУЛЕШОВ Амандык Куатович**, академик Национальной инженерной академии Республики Казахстан, академик Проектной академии «KAZGOR», член-корреспондент Академии наук высшей школы Казахстана, действительный член Международной инженерной академии, доктор технических наук, профессор, заместитель председателя комитета науки Министерства образования и науки Республики Казахстан.

**УРТЕНОВ Махамет Али Хусеевич**, доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной математики ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет» (КубГУ).

**УСАТИКОВ Сергей Васильевич**, доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры общей математики ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

**ЧЕРНЫХ Анатолий Иосифович**, кандидат технических наук, доктор педагогических наук, профессор, профессор кафедры философии ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

**ЧЕШЕВ Анатолий Степанович**, академик Российской академии естественных наук, академик Академии аграрного образования, доктор экономических наук, профессор, заведующий кафедрой экономики природопользования и кадастра ФГБОУ ВПО Ростовский Государственный строительный университет (РГСУ)

**ШАЗЗО Аслан Юсуфович**, действительный член Международной академии энергоинформационных наук, член-корреспондент Международной академии промышленной экологии, доктор технических наук, профессор, директор Института пищевой и перерабатывающей промышленности (ИПиПП) (КубГТУ).

**ШАЗЗО Рамазан Исмаилович**, академик Международной академии холода, член-корреспондент Российской академии сельскохозяйственных наук, доктор технических наук, профессор, директор государственного научного учреждения «Краснодарский научно-исследовательский институт хранения и переработки сельскохозяйственной продукции Российской академии сельскохозяйственных наук» (ГНУ КНИИХП Россельхозакадемии).

**ШАПОШНИКОВА Татьяна Леонидовна**, кандидат физико-математических наук, доктор педагогических наук, профессор, заведующий кафедрой физики ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

**ЯСЬЯН Юрий Павлович**, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии нефти и газа ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет» (КубГТУ).

#### **УЧРЕДИТЕЛЬ**

ООО «Издательский Дом – Юг»

#### **АДРЕС РЕДАКЦИИ И ИЗДАТЕЛЯ:**

350042, Краснодарский край, г. Краснодар, ул. Московская, 2.

#### **ЗАВЕДУЮЩИЙ РЕДАКЦИЕЙ**

Будагов Иван Владимирович,  
Тел.: 8-928-41-23-718,  
E-mail: ivan\_budagov@mail.ru, set@id-yug.com

#### **ДИРЕКТОР ИЗДАТЕЛЬСТВА**

Фоменко Олег Яковлевич,  
Тел.: 8-918-41-50-571,  
E-mail: olfomenko@yandex.ru, set@id-yug.com

**Сайт:** <http://id-yug.com>

# СОДЕРЖАНИЕ

## ОТРАСЛЕВЫЕ НАУЧНЫЕ И ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

### Физико-математические науки

**В.К. Мухоморов**

О пространственной симметрии континуального биполярона  
в связи с биполярными вычислениями Кашириной Н.И. и Лахно В.Д. .... 11

**Ч.Н. Желтко, С.Г. Бердзенишвили, Л.А. Олейникова**

Оценка неравнозначности измерений при уравнивании  
методом наименьших квадратов ..... 38

### Науки о земле

**М.И. Сидоренко, А.В. Осенняя**

Совершенствование методики кадастровой оценки  
объектов недвижимости ..... 42

**Д.В. Магрицкий, М.А. Самохин, Н.М. Юмина**

Наводнения в Краснодарском крае и республике Адыгея ..... 44

**А.А. Кузнецова, Д.А. Гура, Г.Г. Шевченко**

Опыт использования технологий и оборудования Leica Geosystems  
в учебно-образовательном процессе КубГТУ.  
Выполнение хоздоговорных работ ..... 64

**Э.В. Кравченко, И.В. Будагов, Е.С. Кравченко, А.А. Коваленко**

Об использовании кадастровых данных для разработки бизнес-планов  
реконструкции мостовых сооружений автомобильных дорог ..... 67

**Е.Д. Осенняя, К.В. Шеина, А.В. Осенняя**

К вопросу оценки знаний кадастровых инженеров при вступлении  
в саморегулируемые организации ..... 72

### Машиностроение

**Е.В. Дмитренко, В.В. Китаин, В.Н. Сухинин**

К вопросу о колебаниях механической системы при действии  
неуравновешенной силы инерции ..... 74

### Строительство. Транспорт

**Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян**

Направления повышения безопасности на предприятиях  
автомобильного транспорта ..... 78

**А.Н. Секисов, Р.Р. Степанов, Ю.В. Турина**

Выбор кранов с подъёмными стрелами графоаналитическим методом ..... 80

## **Информационные технологии**

**А.В. Осенняя, Е.В. Корчагина**

Технология оптимизации цифровой модели рельефа,  
полученной по данным воздушного лазерного сканирования ..... 85

## **Экономика и управление по отраслям**

**Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян**

Применение лизинга для повышения конкурентоспособности  
автотранспортных предприятий ..... 87

## **ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ**

**А.А. Коваленко**

Творчество Улицкой в контексте современной критики ..... 93

**Д.А. Романов, М.Л. Романова, Д.Н. Гусева**

Готовность к личностно-профессиональному самоопределению  
в структуре социально-профессиональной компетентности ..... 98





**ОТРАСЛЕВЫЕ НАУЧНЫЕ  
И ПРИКЛАДНЫЕ  
ИССЛЕДОВАНИЯ**

---



УДК 621.315.592

**О ПРОСТРАНСТВЕННОЙ СИММЕТРИИ КОНТИНУАЛЬНОГО  
БИПОЛЯРОНА В СВЯЗИ С БИПОЛЯРОННЫМИ ВЫЧИСЛЕНИЯМИ  
КАШИРИНОЙ Н.И. И ЛАХНО В.Д.**

**ON THE SPATIAL SYMMETRY OF A LARGE BIPOLARON IN VIEW OF  
THE BIPOLARON CALCULATIONS OF  
KASHIRINA N.I. AND LAKHNO V.D.**

**Мухоморов Владимир Константинович**  
заведующий сектором Агрофизического  
научно-исследовательского института  
Тел.: 8 (812) 535-56-76; 8 (965) 074-87-67  
set@id-yug.com

**Mukhomorov Vladimir Konstantinovich**  
Head of the Sector of Agrophysics  
Research Institute  
Tel.: 8 (812) 535-56-76; 8 (965) 074-87-67  
set@id-yug.com

**Аннотация.** Устанавливается для биполаронных образований взаимосвязь между вариационным принципом и теоремой вириала, оптимизирующей электронные волновые функции. Показано, что ни при каких условиях, не нарушающих основные физические принципы, одноцентровое состояние биполарона в модели Кашириной Н.И. и Лахно В.Д., не является устойчивым образованием. Установлено, что поэтапное увеличение гибкости электронной волновой функции за счет учета межэлектронных корреляций не приводит к стабилизации одноцентрового биполарона. Биполарон Ландау-Пекара сохраняет пространственную аксиальную симметрию. Приводятся аргументы, указывающие на методические ошибки вычислений Кашириной Н.И. и Лахно В.Д., а также на вытекающие из этих вычислений неверные физические следствия. Выполнено сравнение теоретических вычислений для аксиально-симметричного биполарона с надежно установленными экспериментальными данными.

**Annotation.** For bipolaron formations, a relation is established between the variational principle and the virial theorem optimizing the electronic wave functions. It is shown that a bipolaron one-center state is unstable under any conditions that do not violate basic physical principles. It is established that a step-by-step increase in the flexibility of the electronic wave function due to the interelectron correlations does not stabilize a one-center bipolaron. Bipolaron Landau-Pekar retains spatial axial symmetry. It is argued that the results of calculations of Kashirina N.I. and Lakhno V.D. based on the one-center bipolaron model are incorrect. We adduce proofs which point to methodological errors of bipolaron calculations of Kashirina N.I. and Lakhno V.D., as well as arising from their calculations incorrect physical consequences. Theoretical calculations are compared with firmly established experimental data.

**Ключевые слова:** биполарон, электронные корреляции, стабильность, вариационный принцип, оптический спектр.

**Keywords:** bipolaron, interelectron correlations, stability, variational principle, light-spectrum.

В последнее время появилось большое число публикаций по исследованию стабильности континуального биполарона Ландау-Пекара и определению области его существования, как по величине константы электрон-фононной связи, так и по значениям диэлектрических параметров полярных сред. Решение биполаронной проблемы сводится к поиску решения нелинейного интегро-дифференциального уравнения самосогласованного поля [1]. Поскольку получить решение этого уравнения в настоящее время не представляется возможным, то обычно для поиска решения разной степени приближенности к точному решению, пользуются вариационными методами. Однако применение вариационного метода требует определенной осторожности, поскольку при поиске аппроксимаций к решению задача исследования *условного* (локального) минимума системы может быть подменена, по мере усложнения пробной вариационной электронной функции, изучением *безусловного* (абсолютного) минимума, который не имеет физического смысла.

В настоящей работе исследуется связь вариационного метода с вириальными соотношениями и вытекающими из них следствиями применительно к решению проблемы

устойчивости биполярона. Анализируются дополнительные ограничения, оптимизирующие вариационные электронные волновые функции биполяронной задачи, а также обсуждаются физические следствия, к которым они приводят при дополнительном учете электронных корреляций. Усложнение пробной электронной волновой функции главным образом связано с правильным учетом в двухэлектронных системах электронных корреляций. Впервые учет межэлектронной корреляции путем введения в волновую функцию функциональной зависимости от расстояния между электронами выполнил Пекар С.И. [2]. Им было установлено, что электронные корреляции не приводят к стабилизации одноцентрового сферически-симметричного синглетного биполярона.

Исследования хартри-фоковской аппроксимации к решению биполяронной задачи для произвольных расстояний  $R$  между центрами тяжести поляронов показали [3–6], что при  $R \rightarrow 0$  парный межполяронный потенциал имеет максимум и, следовательно, одноцентровое состояние биполярона неустойчиво. Минимум межполяронного потенциала возникает только на некоторых промежуточных равновесных расстояниях между взаимодействующими поляронами. Поэтому важно знать, насколько межэлектронная корреляция существенна для стабилизации биполяронных образований. Действительно ли межэлектронная корреляция вносит столь значительный вклад в энергию связи биполярона, что она радикально изменяет пространственную конфигурацию биполярона Ландау-Пекара, полученную в приближении Хартри-Фока. Как утверждают Каширина и Лахно [7, 8], биполярон, за счет корреляционных эффектов, из двухцентрового аксиально-симметричного образования переходит в одноцентровое сферически-симметричное.

Цель настоящей работы состоит в критическом анализе результатов, полученных в работах Кашириной и Лахно [7–9]. Для этого воспользуемся хорошо известными положениями вариационного метода и надежно установленными физическими следствиями, возникающими от эффектов межэлектронных корреляций в электронных системах. Громоздкая и трудновоспроизводимая вычислительная процедура, настойчиво предлагаемая Кашириной и Лахно, крайне сомнительна и не доступна простой и наглядной проверке. Однако нет необходимости проверять их громоздкие и неясные вычисления. Существуют твердо установленные принципы корректного применения вариационного метода, особенно важные для квантово-механических систем, а также имеются надежно установленные физические следствия, связанных с правильным учетом эффектов межэлектронных корреляций в электронных системах. Пользуясь этими хорошо известными представлениями, покажем математически строго и в тоже время просто, причем с ясным физическим смыслом используемых аргументов ошибочность, как вариационных вычислений, так и надуманность физических следствий полученных в работах Кашириной и Лахно. Некорректное применение ими вариационного метода приводит к результатам, которые очевидно противоречат здравому смыслу. Этим вопросам и посвящена настоящая статья.

Пользуясь результатами адиабатической трансляционно-инвариантной теории биполярона Ландау-Пекара [6, 10, 11] интегро-дифференциальное уравнение можно заменить эквивалентным функционалом для полной самосогласованной электронной энергии  $E(R)$  биполярона:

$$E(R) = -\frac{\hbar^2}{4m^*} \left( \int \nabla_1^2 \rho_1(r_1) d\tau_1 + \int \nabla_2^2 \rho_1(r_2) d\tau_2 \right) + \\ + \frac{1}{4} \iint d\tau_1 d\tau_2 \rho_2(r_1, r_2) \left\{ 2g(r_1, r_2) \epsilon_\infty^{-1} + \epsilon^{*-1} \sum_{i=1,2} \int g(r_i, r_i') \rho(r_i') d\tau_i' \right\} = T(R) + U(R). \quad (1)$$

Здесь  $m^*$  – изотропная эффективная масса блоховского электрона на дне зоны проводимости в приближении изотропного и квадратичного закона дисперсии;  $g(r_1, r_2)$  – оператор межэлектронного взаимодействия;  $\rho(r_1)$  и  $\rho(r_1, r_2)$  – одночастичная и двухчастичная бесспиновые электронные плотности соответственно;  $\epsilon^{*-1} = \epsilon_\infty^{-1} - \epsilon_s^{-1}$ ,  $\epsilon_\infty$  и  $\epsilon_s$  – высокочастотная и статическая диэлектрические проницаемости полярной среды. Диэлектрическая среда заменяется континуумом.

Энергия в (1) отсчитывается от дна зоны проводимости. Функционал (1) зависит от расстояния  $R$  между центрами тяжести поляронов как от параметра. Для поляронов Ландау-Пекара эффективная трансляционная масса полярона  $m^{**} = 0,023\alpha_c^4 m^* \gg m^*$  и, следовательно, для функционала (1) применимо приближение Борна-Оппенгеймера;  $\alpha_c > 10$  – безразмерная константа электрон-фононной связи.  $T(R)$  и  $U(R)$  – средние кинетическая и потенциальная электронные энергии. Функционал (1) анализировался вариационным методом при произвольных расстояниях между поляронами в статьях [6, 10, 11] с использованием электронных волновых функций различной степени гибкости. В вариационных вычислениях критерием оптимальности пробных электронных волновых функций минимизирующего функционал полной энергии является требование выполнения вириальных соотношений, которые сами являются следствием вариационного принципа [12]. На важность выполнения теоремы вириала при исследовании энергетических состояний полярона указывал Пекар [2]. Известно, что если пробная электронная волновая функция приводит к кинетической и потенциальной энергиям, которые не удовлетворяют вириальным соотношениям, то получаемая вариационным методом энергия далека от своего правильного значения, а волновая функция не является оптимальной. Однако масштабным преобразованием переменных пробная волновая функция может быть сведена к другой нормированной функции, которая уже будет удовлетворять теореме вириала [12]. Теорема вириала в вариационных расчетах не только является критерием оптимальности волновой функции, но позволяет достаточно прозрачно продемонстрировать зависимость полной энергии континуального биполарона от расстояния между поляронами.

Примером наивного применения вариационного метода и очень поверхностного понимания роли межэлектронной корреляции в физических объектах являются статьи Кашириной и Лахно [7–9]. Неправильное применение вариационного метода приводит к абсурдным результатам, которые противоречат здравому смыслу [7–9]. Однако нет необходимости проверять подобные трудно воспроизводимые и громоздкие вычисления Кашириной и Лахно, чтобы убедиться в их заблуждениях и ошибках. Существуют твердо установленные принципы корректного применения вариационного метода, и хорошо известны вытекающие физические следствия, к которым приводит учет межэлектронных корреляций в связанных электронных системах.

Выполним несложный и математически очень прозрачный анализ, который наглядно продемонстрирует, что наивные вариационные вычисления Кашириной и Лахно очевидно ошибочны. Также покажем, что дополнительный учет кулоновских межэлектронных корреляций не изменяет аксиальную симметрию континуального биполарона, а сферически-симметричная (одноцентровая) модель биполарона остается энергетически неустойчивой. Далее продемонстрируем, что аксиально-симметричная (двухцентровая) модель континуального биполарона после учета межэлектронных корреляций позволяет правильно интерпретировать надежно установленные экспериментальные данные.

Пользуясь масштабным преобразованием  $r_i \rightarrow \lambda r_i$  и  $R \rightarrow \lambda R$  нормированная пробная двухэлектронная волновая функция может быть переписана следующим образом:  $\chi(r_1, r_2; R) \rightarrow \lambda^{3n/2} \chi(\lambda r_1, \lambda r_2; \lambda R)$ , где  $n = 2$  – размер конфигурационного пространства,  $\lambda$  – произвольный масштабный множитель, значение которого определяется из экстремальных свойств функционала  $E$  по отношению к параметру  $\lambda$ . Полная энергия для частиц, взаимодействие между которыми обратно пропорционально расстоянию может быть записана так

$$E(s) = \lambda^2 T(s) + \lambda U(s), \quad s = \lambda R, \quad (2)$$

где расстояние между частицами  $R$  фиксировано. Тогда полагая, что  $T(s)$  и  $U(s)$  являются однородными функциями переменных для экстремума функционала (2) должно выполняться соотношение

$$\lambda = -(U + s dU/ds)(2T + s dT/ds)^{-1}, \quad (3)$$

для каждого расстояния  $R$ . Очевидно, при  $R \rightarrow 0$  или в точке экстремума потенциала масштабный множитель  $\lambda = -U(\lambda R)/2T(\lambda R)$ . Таким образом, линейный вариационный метод позволяет определить вариационный параметр из соотношения (3). Учитывая, что энергия  $E$  является однородной функцией вариационного параметра  $\lambda$  и расстояния  $R$  из соотношения (2) найдем производную для полной энергии

$$R \frac{dE(R)}{dR} = \lambda^2 s \frac{dT(s)}{ds} + \lambda s \frac{dU(s)}{ds}. \quad (4)$$

Подставляя в соотношение (4) уравнения (2) и (3) получим известное вириальное соотношение при произвольном расстоянии  $R$  для кулоновских систем

$$R \frac{dE(R)}{dR} + 2T(R) + U(R) = 0. \quad (5)$$

Таким образом, при выполнении минимизации функционала полной энергии (1) по вариационным параметрам необходимо, чтобы для оптимальных волновых функций выполнялось соотношение (5), которое справедливо в приближении Борна-Оппенгеймера. Важно отметить, что вириальное соотношение (5) следует из вариационного принципа и является естественным дополнительным условием, накладываемым на пробную волновую функцию при вариационных вычислениях. Такие задачи относятся к классу изопериметрических задач. Для подобных вариационных задач существование минимума функционала (1) является необходимым условием, но недостаточным. Последнее условие тесно связано с существованием для каждого  $R$  соотношения (5). Очевидно не всякие функции реализующие экстремум функционала (1) будут также удовлетворять соотношению (5), а также и другим соотношениям (см. ниже) для каждого  $R$ .

Поскольку наибольший интерес, в связи с биполярными вычислениями Кашириной и Лахно, представляет анализ устойчивости биполярона при  $R \rightarrow 0$ , найдем вторую производную для энергии по  $R$ . Учитывая, что в нуле выполняется вириальное соотношение  $2T + U = 0$  из уравнения (5) получаем следующую связь между полной электронной энергией биполярона и кинетической энергией [13]:

$$\lim_{R \rightarrow 0} R \frac{d^2 E(R)}{dR^2} = - \lim_{R \rightarrow 0} \frac{dT(R)}{dR}. \quad (6)$$

Следовательно, при  $R \rightarrow 0$  знак второй производной от полной энергии по переменной  $R$  определяется обратным знаком первой производной от кинетической электронной энергии и тем самым вместо громоздких и трудновоспроизводимых вычислений Кашириной и Лахно для полной энергии биполярона  $E(R)$  можно ограничиться анализом зависимости от  $R$  средней кинетической энергии, при этом одновременно будет соблюдаться требование выполнения теоремы вириала.

Для неподвижного и изолированного синглетного биполярона нулевое приближение для основного состояния будем искать, выбирая электронную волновую функцию квазинезависимых электронов в форме Гайтлера-Лондона:

$$\chi_0(r_1, r_2; R) \approx \chi_s^a(r_1) \chi_s^b(r_2) + \chi_s^a(r_2) \chi_s^b(r_1). \quad (7)$$

Приближение (7) будем в дальнейшем называть приближением Хартри-Фока или нулевым приближением. Индекс  $a$  относится к полярону, центр тяжести которого локализован в точке  $R_1$ , а индекс  $b$  к полярону с трансляционной координатой  $R_2$ . Очевидно  $R = R_1 - R_2$ ;  $r_1$  и  $r_2$  – координаты первого и второго электронов, отсчитываемые от центров тяжести первого ( $R_1$ ) и второго ( $R_2$ ) поляронов, соответственно. Метод отделения координат поляронов  $R_1$  и  $R_2$  от электронных координат  $r_i$  в биполяроне подробно изложен в работах [14, 15]. Применение волновой функции (7) к функционалу (1) дает правильную асимптотику для полной энергии двух невзаимодействующих поляронов. При  $R \rightarrow \infty$  из (1) с использованием (7) получаем удвоенную полную энергию изолированного полярона. Одноэлектронную волновую функцию центрального поля

аппроксимируем однопараметрической функцией сглаженного водородоподобного потенциала  $\chi_s(r) \approx (1 + \alpha r)\exp(-\alpha r)$ , где  $\alpha$  – вариационный параметр. Как хорошо известно, функции гауссовского вида ( $\chi \sim \exp(-\eta r^2)$ ) неправильно ведут себя в окрестностях  $R_1$  и  $R_2$ . Они не имеют так называемой “точки возврата”, которая имеется для кулоновских функций. В этом состоит один из большого числа недостатков биполярных вычислений Кашириной и Лахно, которые использовали функции гауссовского вида [7, 8]. Пекар С.И. [2] также использовал в своих вычислениях функцию, которая явно зависит от межэлектронного расстояния  $r_{12}$ , но одночастичные функции содержали простую экспоненциальную зависимость. Однако из его анализа устойчивости биполярона следует, что даже в этом наиболее благоприятном случае сферически-симметричное состояние биполярона остается нестабильным и этот результат Пекара С.И. заслуживает большего доверия, чем простодушные биполярные вычисления Кашириной и Лахно [7–9].

Принципиально важным при вычислении эффектов электронной корреляции является выбор исходного базиса и начала отсчета системы координат. Известно, что когда идет поиск экстремума функционала, приближенное значение его максимума получается с недостатком. В этом случае успех метода в значительной степени зависит от удачного выбора начала системы координат и координатных двухцентровых функций. Поэтому, чтобы избежать подобной ошибки при использовании вариационного метода обычно переходят к одноцентровому базису.

При численных расчетах с использованием функционала (1) на двухцентровых волновых функциях, в общем случае, приходится сталкиваться с проблемой вычисления двухцентровых интегралов. Для преодоления этой трудности можно использовать метод [16]. Пользуясь этим методом можно выразить радиальную часть (например, радиальную часть  $R_s(r)$  электронной волновой функции) функции  $\chi_s^b(r)$  в координатах, отнесенных к центру  $a$  следующим образом:

$$R_s(r) = \frac{\pi}{\alpha^2 C r} \left[ (A_1 - A_2 r + A_3 r^2) \exp(\alpha r) - (A_1 + A_2 r + A_3 r^2) \exp(-\alpha r) \right] \exp(-C), \quad r < R,$$

$$R_s(r) = \frac{\pi}{\alpha^2 C r} \left[ (B_1 - B_2 r + B_3 r^2) \exp(-\alpha r) \right], \quad r > R,$$

где

$$A_1 = 2(3 + 3C + C^2), \quad A_2 = 2\alpha(3 + 2C), \quad A_3 = 2\alpha^2,$$

$$A_4 = 2(3 - 3C + C^2), \quad A_5 = 2\alpha(3 - 2C), \quad C = \alpha R,$$

$$B_1 = A_4 \exp(C) - A_1 \exp(-C), \quad B_2 = A_5 \exp(C) - A_2 \exp(-C),$$

$$B_3 = A_3 (\exp(C) - \exp(-C)).$$

В этом представлении все электронные координаты  $r$  отсчитываются от центра  $a$ . Аналогичные разложения могут быть получены и для других волновых функций.

При использовании одноцентрового базисного набора функций в отличие от многоцентровых базисов удается также избежать проблем избыточности базиса, который как будет показано ниже, ничем не ограничивается в работах Кашириной и Лахно [7–9] и приводит к расходимостям. Как хорошо известно [17], использование двухцентровых базисных наборов, как это делается в работах Кашириной и Лахно, приводит к неконтролируемой переоценке корреляционного вклада в энергию связи. В тоже время, использование в вариационном методе одноцентрового разложения позволяет просто контролировать поэтапную сходимость вычислений (см. ниже) при увеличении гибкости пробной функции. В работе [18] установлено, что применение одноцентрового разложения пробных функций, в отличие от двухцентрового базиса, идеально подходит для вычисления производных энергии (или конечных разностей энергий) по ядер-

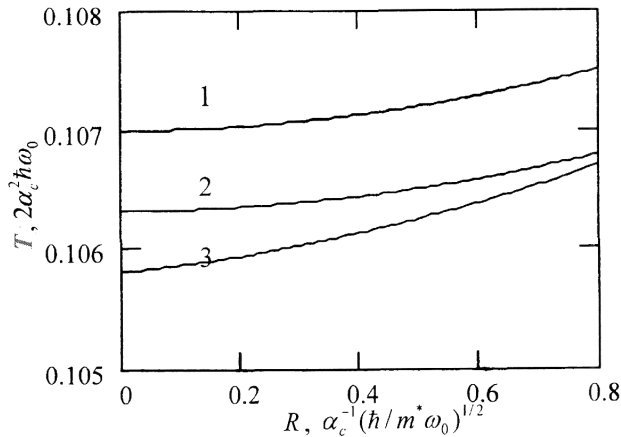
ным координатам. Этим преимуществом мы и будем пользоваться при последующем изложении замечаний.

Поскольку нас интересует стабильность сферически-симметричного биполярона, то есть, поведение полной энергии биполярона при  $R \rightarrow 0$ , разложим функции, центрированные в точке  $b$  в ряд по  $R$  около центра  $a$ . Тогда, используя волновую функцию (7) изменение электронной кинетической энергии  $\Delta T(R) = T(R) - 2T_s$  ( $T_s$  – средняя электронная кинетическая энергия изолированного адиабатического полярона в основном состоянии) при образовании биполярона можно записать так:

$$\Delta T(R) = 2\alpha_c^2 \hbar \omega \left( 1,324 \cdot 10^{-5} R + 7,58 \cdot 10^{-4} R^2 + 4,07 \cdot 10^{-7} R^3 \right), \quad (8)$$

где  $\omega$  – предельная частота длинноволновых оптических фононов и, кроме того, принято для диэлектрических проницаемостей значение:  $\epsilon^* / \epsilon_\infty = 1,00$ , хотя на общий результат это никак не влияет.

Для малых расстояний  $R$  в выражении (8) мы ограничились кубическими слагаемыми по  $R$ . Из вариационного соотношения (3) следует, что вариационный параметр  $\alpha$  зависит от  $R$ . При выводе (8) была учтена эта зависимость, соответствующая хартрифокковской аппроксимации решения. На рисунке 1 представлено изменение кинетической энергии  $\Delta T(R)$  от расстояния.



**Рисунок 1 – Зависимость кинетической электронной энергии аксиально-симметричного биполярона Ландау-Пекара от расстояния  $R$  между поляронами:**  
 1 – нулевое приближение; 2 – добавлена электронная конфигурация  $2p^2$ ;  
 3 – добавлены две электронные конфигурации  $2p^2$  и  $1s2p$

Как видно из этого рисунка средняя кинетическая энергия  $T(R)$  имеет минимум при  $R = 0$ . Очевидно, первая производная положительна и из соотношения (6) следует, что полная энергия синглетного биполярона имеет максимум при  $R = 0$ , то есть одноцентровое состояние биполярона является неустойчивым. Этот результат (линия 1, рис. 1) полностью совпадает с результатом прямого вариационного анализа [2, 4–6] для биполярона в приближении квазинезависимых электронов и остается верным для всех диэлектрических параметров среды, допускающих существование биполярона. Как показал [13–15] детальный анализ функционала (8), разность  $\Delta T(R)$  слабо зависит от выбора формы кулоновского базиса (водородоподобного или сглаженного кулоновского) одноэлектронных функций  $\chi_s(r)$ , и это обусловлено тем, что энергия связи биполярона относится к составным величинам. Следовательно, недостатки выбора кулоновского базиса, как известно [19], в этом случае компенсируются.

Для большинства квантовых задач, относящихся к связанным системам, хартрифокковское приближение автоматически удовлетворяет теореме вириала [12, 20]. Однако для решений, учитывающих электронную корреляцию требование выполнения теоремы вириала необходимо рассматривать как дополнительное к вариационному



решению условие. Фактически теперь вариационное решение задачи биполярона сводится не к поиску абсолютного (*безусловного*) минимума функционала (1), а к анализу *условного* минимума  $E(R)$  при наличии неголономных связей (5), которые должны быть учтены или самосогласованным способом, или методом неопределенных множителей Лагранжа.

Приближение Хартри-Фока частично учитывает корреляцию электронов, обусловленную антисимметрией волновой функции, однако при этом, не учитывается кулоновская межэлектронная корреляция. Кулоновские электронные корреляции можно учесть либо путем включения в исходную двухэлектронную волновую функцию  $\chi_0(r_1, r_2, R)$  дополнительной функции явно зависящей от межэлектронного расстояния  $r_{12}$ , либо путем построения двухэлектронной функции, учитывающей взаимодействие электронных конфигураций. При условии правильного применения вариационного метода альтернативность этих двух подходов применительно к исследованию стабильности биполярона показана в работах [21, 22]. Для целей большей прозрачности дальнейшего изложения результатов будем пользоваться вторым методом. Добавим в исходную волновую функцию  $\chi_0(r_1, r_2, R)$  электронную конфигурацию  $2p^2$ . В соответствии с работами Пекара С.И. [2]  $2p$  – функция является наиболее низко лежащей из электронно-возбужденных релаксационных состояний континуального полярона. Тогда пробная электронная волновая функция может быть записана как сумма базисной электронной волновой функции  $\chi_0$  (7) и ортогонального к ней дополнения

$$\chi(r_1, r_2; R) \sim \chi_0(r_1, r_2; R) + C_1(\chi_p^a(r_1)\chi_p^b(r_2) + \chi_p^a(r_2)\chi_p^b(r_1)) = \chi_0 + C_1\chi_1, \quad (9)$$

где  $\chi_p \sim z \exp(-\beta r)$ , ось  $z$  совпадает с осью связи биполярона. Волновая функция в форме (9) позволяет учесть перестановочное вырождение электронной системы. Параметры  $\beta$  и  $C_1$  являются дополнительными вариационными параметрами. Функции  $\chi_s$  и  $\chi_p$  принадлежат к набору волновых функций поляронного Гамильтониана [2].

Представление волновой функции в форме (9) фактически совпадает с аппроксимацией приведенной в работах [23–25], позволяющей получить заметно более точные энергии связи в молекуле водорода по сравнению с нулевым приближением. Как показано в [26], только с такими “плавающими” функциями может точно выполняться вариационная теорема Гельмана-Фейнмана для оптимальных волновых функций. Опять используя разложение одночастичных функций центрированных на  $b$  в волновой функции (9) в ряд около  $R = 0$ , мы легко получим для средней электронной кинетической энергии следующее выражение

$$T(R) = 2\alpha_c^2 \hbar \omega K(R)/N(R), \quad (10)$$

где

$$\begin{aligned} K(R) = & 0,107 + 0,038 \cdot C_1^2 + R(1,324 \cdot 10^{-5} + 1,045 \cdot 10^{-6} \cdot C_1 + 9,887 \cdot 10^{-4} \cdot C_1^2) + \\ & + R^2(7,58 \cdot 10^{-4} + 5,23 \cdot 10^{-3} \cdot C_1 - 2,334 \cdot 10^{-4} \cdot C_1^2) + \\ & + R^3(4,07 \cdot 10^{-7} + 2,183 \cdot 10^{-6} \cdot C_1 - 1,417 \cdot 10^{-5} \cdot C_1^2), \\ N(R) = & 1 + C_1^2 + C_1(2,286 \cdot 10^{-9} + 4,573 \cdot 10^{-6} \cdot R + 2,287 \cdot 10^{-3} \cdot R^2 + 6,8 \cdot 10^{-5} \cdot R^3). \end{aligned}$$

Как известно [27], корреляционные эффекты не очень чувствительны к варьированию хартри-фоковской волновой функции. Поэтому в уравнении (10) как для  $\beta(R)$  так и для  $\alpha(R)$  выбирали функциональные зависимости, полученные в модели биполярона с квазинезависимыми электронами. Проверим, изменился ли знак производной  $\lim_{R \rightarrow 0} dT/dR$  по сравнению с нулевым приближением.

Для того, чтобы вычислить (10) необходимо найти числовое значение вариационного параметра  $C_1$ . Область определения этого параметра можно установить, не выполняя громоздких вычислений электронной энергии биполярона. Поскольку для наших целей, важно знать значение энергии биполярона при  $R = 0$ . Для этого составим разность  $\Delta E(R = 0) = -E(R = 0) + 2E_s$ , которая определяет парный эффект взаимодействия поляронов в основном состоянии ( $E_s$ ). Принимая во внимание вириальное соотношение  $2T + U = 0$  справедливое при  $R = 0$ , связывающее кинетическую и потенциальную энергии как для биполярона, так и для полярона [2] и опуская простые вычисления [28], получаем, что корреляционный вклад приводит к понижению энергии биполярона, то есть  $\Delta E(R = 0) > 0$ , если выполняется неравенство (для  $\varepsilon^*/\varepsilon_\infty = 1,00$ ):

$$2C_1^3V_1 + 2C_1^2V_3 - C_1(-4V_1 + 4V_2) + 2V_3 < 0, \quad (11)$$

где используются двухэлектронные интегралы:

$$V_1 = \langle \chi_s^2(r_1) | r_{12}^{-1} | \chi_s^2(r_2) \rangle,$$

$$V_2 = \langle \chi_s^2(r_1) | r_{12}^{-1} | \chi_p^2(r_2) \rangle,$$

$$V_3 = \langle \chi_s(r_1)\chi_p(r_2) | r_{12}^{-1} | \chi_s(r_2)\chi_p(r_1) \rangle.$$

Учитывая, что с удовлетворительной точностью выполняется соотношение между интегралами  $V_2 \approx V_1/2$ , неравенство (11) может быть переписано в следующей форме:

$$C_1^3V_1 + C_1^2V_3 + C_1V_1 + V_3 < 0. \quad (12)$$

Используя числовые значения интегралов, из неравенства (12) следует, что (11) выполняется, если  $C_1 < V_3/V_1 \approx -0,04$  ( $V_3 > 0$ ,  $V_1 > 0$ ). Выясним, действительно ли добавление электронных корреляций в волновую функцию биполярона (9) приводит к стабилизации биполяронного образования (при  $R \rightarrow 0$ ) по сравнению с нулевым приближением (7). Для этой цели необходимо вычислить вторую производную  $d^2E/dC_1^2$ . После несложных преобразований выражения  $\Delta E(R = 0)$  и использования вириального соотношения между кинетической и потенциальной энергиями, получаем для второй производной следующее соотношение:

$$d^2E/dC_1^2 = C_1^3V_1 + 3C_1^2V_3 - 3C_1V_1 - V_3. \quad (13)$$

Из (13) следует, что при  $C_1 < -V_3/3V_1$  вторая производная  $d^2E/dC_1^2 > 0$ . Таким образом, параметр  $C_1$  должен быть отрицательным и меньше единицы. Последовательные вариационные вычисления [6, 13, 17] с учетом одновременного варьирования трех вариационных параметров  $\alpha$ ,  $\beta$  и  $C_1$  привели к значению  $C_1 = -0,097$  при  $R = 0$  и  $\varepsilon^*/\varepsilon_\infty = 1,00$ . Это значение не противоречит результатам, полученным из условий (12) и (13). Тем самым удовлетворяется одно из важных требований вариационного метода – не только правочная функция должна быть близка к функции нулевого приближения, но и их первые производные. Из рисунка 2 следует, что для вычислений Кашириной и Лажно выполнение этого требования неочевидно.

Используя значение  $C_1 = -0,1$ , получаем из уравнения (10), что и в этом случае  $d^2E(R)/dR^2 < 0$  (линия 2, рис. 1) то есть, хотя и имеется некоторое понижение полной энергии биполярона при  $R = 0$  за счет включения в волновую функцию электронной корреляции, тем не менее, полная энергия биполярона имеет максимум, как и в нулевом приближении. Следовательно, сферически-симметричное состояние биполярона остается неустойчивым. Этот вывод полностью совпадает с результатом Пекара С.И. [2] и еще раз указывает на некорректность биполяронных вычислений Кашириной и Лажно. Для вариационного метода известно [30, 31], что как только достигнута близость к правильной волновой функции, дальнейшие изменения в волновой функции приводят к относительно небольшому изменению в функции энергии  $E(R)$ . Но отнюдь не к столь радикальным изме-

нениям в электронной системе, вплоть до изменения симметрии хартри-фоковского состояния, как это следует из вычислений Кашириной и Лахно [7–9].

Увеличим гибкость волновой функции за счет включения в нее еще одной электронной конфигурации  $1s2p$ :

$$\chi(r_1, r_2; R) \approx \chi_0(r_1, r_2; R) + C_1(\chi_p^a(r_1)\chi_p^b(r_2) + \chi_p^a(r_2)\chi_p^b(r_1)) + C_2(\chi_s^a(r_1)\chi_p^b(r_2) + \chi_s^a(r_2)\chi_p^b(r_1)) = \chi_0(1s^2) + C_1\chi_1(2p^2) + C_2\chi_2(1s2p). \quad (14)$$

Так же просто, не прибегая к трудновоспроизводимым и громоздким вычислениям с неясным физическим смыслом [7–9], можно показать, что приближенное значение вариационного параметра  $C_2 \approx 0,1$  при  $R \rightarrow 0$ . Детальные вариационные вычисления [10, 11, 28, 29] с волновой функцией (14) при учете всех вириальных соотношений дают значение для параметра  $C_2 = 0,105$  при  $R \rightarrow 0$  для отношения  $\varepsilon^*/\varepsilon_\infty = 1,0$ . Линия 3 (рис. 1) демонстрирует, что одноцентровое состояние биполярона и в этом случае остается нестабильным при  $R = 0$ . Таким образом, увеличение гибкости волновой функции не приводит к появлению каких-либо дополнительных минимумов для полной энергии биполярона, если, конечно, не нарушать основных принципов вариационного метода, как это, по-видимому, делается в работах Кашириной и Лахно [7, 8].

Дополнительные поправочные функции  $\chi_1$  и  $\chi_2$  имеют четкий физический смысл. Например, функция  $\chi_1$  определяет вклад в энергию от поляризационных эффектов. Одноэлектронные возбуждения, в соответствии с теоремой Бриллюэна определяются волновой функцией  $\chi_2$ . Как показано в работах [31, 32] функция вида (14) оказалась очень точной для двухатомных молекул при любых межъядерных расстояниях.

Важно, что корреляционные вклады должны также учитывать пространственную симметрию двухцентрового образования, т.е. точечную группу симметрии, которая соответствует исходной пространственной конфигурации и по неприводимому представлению которой должна преобразовываться электронная волновая функция биполярона [10, 17]. Необходимость учета симметрии биполярона при построении электронной волновой функции состоит еще и в том, что она *позволяет сформулировать правильную регулярную схему последовательного расширения гибкости функции и сходимости вариационной процедуры*. Это правило является еще одним естественным ограничением, которое накладывается на выбор поправочных функций при использовании вариационного метода. Как хорошо известно, неверный выбор базисного набора является источником больших погрешностей в вариационных расчетах.

Из рисунка 1 видно, что по мере увеличения гибкости электронной волновой функции общая зависимость – снижение корреляционного вклада в электронную кинетическую энергию при  $R \rightarrow 0$  сохраняется, а для энергии биполярона в нуле сохраняется максимум ( $\lim_{R \rightarrow 0} d^2E/dR^2 < 0$  и  $\lim_{R \rightarrow 0} dT/dR > 0$ ). И в этом случае одноцентровое состояние биполярона при варьировании по четырем параметрам  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $C_1$  и  $C_2$  остается неустойчивым, как и для модели квазинезависимых электронов в нулевом приближении.

Проверка чувствительности соотношения (6) к изменению величин параметров  $C_1$  и  $C_2$ , показала, что знак второй производной от энергии при  $R \rightarrow 0$  сохраняется в широком диапазоне варьирования этих параметров. Хорошо известно [30], что метод разложения по конфигурациям при надлежащем выборе волновых функций может аппроксимировать решение уравнения Шредингера с любой точностью.

В отличие от биполяронных вычислений Кашириной и Лахно малость вариационных параметров  $|C_1| \ll 1$  и  $|C_2| \ll 1$ , указывает, что корреляционные эффекты, как это и требуется для связанных электронных систем, являются поправочными к нулевому приближению. Как отмечено в работе [33] наименее предвзятым подходом для вычисления корреляционного вклада является подход, моделирующий последовательность ряда теории возмущений. Очевидно, это положение никак не контролирует-

ся в вычислениях Кашириной и Лахно. Многочисленными исследованиями надежно установлено (см., например, обзор [17]), что нулевое приближение дает для двухатомных молекул вклад в полную электронную энергию равный 95–99,5 %, и только остальные 0,5–5 % приходятся на корреляционный вклад. Очевидно, при таких взаимных соотношениях в энергиях корреляционный вклад не может изменить пространственную симметрию связанной системы, соответствующую нулевому приближению. Более того, хорошо известно, что для нулевого приближения в форме (7) с уменьшением расстояния  $R$  корреляционный вклад в энергию связи уменьшается. Однако из вычислений Кашириной и Лахно следует результат прямо противоположный этому известному правилу. Каширина и Лахно на основании своих биполярных вычислений утверждают, что межэлектронные корреляции возрастают настолько при  $R \rightarrow 0$ , что они принципиально изменяют исходную хартри-фоковскую пространственную симметрию биполярона Ландау-Пекара (линия 1, рис. 2). Фактически в вычислениях Кашириной и Лахно исходное нулевое приближение становится поправочным к корреляционным вкладам. Это абсолютно абсурдно и просто противоречит здравому смыслу. Хорошо известно, что в вариационном методе поправка к собственному значению имеет второй порядок малости по разности  $|\chi - \chi_0|$ .

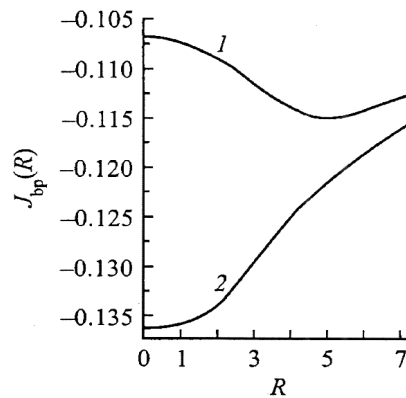


Рисунок 2 – Полная энергия биполярона в нулевом приближении (линия 1); линия 2 – полная энергия биполярона после учета межэлектронных корреляций в биполяронных вычислениях Кашириной и Лахно. Рисунок из статьи Кашириной и Лахно [7]

К тем же самым выводам о неустойчивости одноцентрового биполярона Кашириной и Лахно можно прийти, не пользуясь соотношением (6), а непосредственно решая дифференциальное уравнение (5), которое относится к уравнениям типа Риккати. Аппроксимируя зависимость от  $R$  кинетической энергии выражением  $T(R) \approx A + B \cdot R^2$  (рис. 1) вблизи нуля нетрудно найти решение дифференциального уравнения

$$d(RE(R))/dR + B + AR^2 = 0. \quad (15)$$

Решение уравнения (15) может быть записано так:  $E(R) = -B - AR^2/3$ , где  $A$  и  $B$  положительные константы. Отсюда очевидно следует, что  $\lim_{R \rightarrow 0} [d^2E(R)/dR^2] < 0$ , то есть, как и ожидалось, сферически-симметричный биполярон остается неустойчивым.

Таким образом, увеличение гибкости пробной вариационной функции и учет межэлектронных корреляций не изменяет принципиальным образом функциональную зависимость биполяронного потенциала от расстояния между центрами тяжести поляронов. При  $R = 0$  максимум биполяронного потенциала сохраняется (рис. 3). Этот результат совпадает с известным результатом Пекара С.И и еще раз указывает на ошибочность биполяронных вычислений Кашириной и Лахно. При правильном применении вариационного метода, вклад межэлектронной корреляции в энергию связи, как при использовании многоконфигурационной электронной волновой функции, так и функции зависящей от межэлектронного расстояния приводят к тождественным результатам [21, 22].

Добиться выполнения теоремы вириала при использовании прямого вариационного метода для биполярона при  $R = 0$  и *одновременно его устойчивости* с учетом электронных корреляций невозможно, не вступая в противоречия с основными положениями квантовой механики. Например, при использовании метода наложения электронных конфигураций для шредингеровских состояний электронов в общей поляризованной потенциальной яме, получаемых из одноэлектронных самосогласованных уравнений на собственные значения [21, 22], следует, что для *абсолютного* минимума функционала (1) электронное состояние  $1s$  лежит выше по шкале энергий  $2p$  уровня. Очевидно, что такой потенциал не имеет физического смысла, хотя теорема вириала выполняется. Таким образом, оптимальность волновых функций, учитывающих электронные корреляции в вариационном методе *необходимо контролировать не только требованием выполнения теоремы вириала, которая является следствием самого вариационного принципа, но и анализом физического смысла получаемых решений*. Произвольно минимизируя функционал  $E(R)$  прямым вариационным методом задача неизбежно сводится к анализу *безусловного* минимума системы, который может и не иметь физического смысла.

Известно [20], что для корреляционного вклада в полную энергию выполняются те же вириальные соотношения, что и для квазинезависимых электронов в нулевом приближении:

$$R \frac{dE_{\text{корр}}(R)}{dR} + 2T_{\text{корр}}(R) + U_{\text{корр}}(R) = 0. \quad (16)$$

Поэтому форма биполяронного потенциала остается одинаковой как для квазинезависимых электронов (нулевое приближение), так и для вклада в энергию связи от межэлектронных корреляций. Это хорошо известное положение электронной теории также противоречит вычислениям Кашириной и Лахно. То есть, если в нулевом приближении минимум соответствует двухцентровому образованию, то вклад от корреляционных эффектов в энергию связи также имеет минимум на расстояниях  $R > 0$ . Однако, из работ Кашириной и Лахно следует, что при  $R \rightarrow 0$  направления изменения  $E(R)$  (уравнение (15)) и  $E_{\text{корр}}(R)$  (уравнение (16)) прямо противоположны. Надежно установлено [17], что качественная зависимость корреляционной энергии  $E_{\text{корр}}(R)$  от расстояния коррелирует с нулевым приближением (рис. 2), то есть корреляционный вклад в энергию связи биполярона уменьшается при  $R \rightarrow 0$ , а не возрастает как это утверждается в работах Кашириной и Лахно [7–9]. Рюденберг К. объяснил физическую причину такой зависимости [34]. Изменение корреляционного вклада от расстояния между поляронами, полученное для аксиально-симметричного биполярона [10, 11], представленного на рисунке 3 имеет достаточно общий характер, коррелирует с нулевым приближением, причем эта взаимосвязь сохраняется во всей области существования биполярона по параметру  $\varepsilon^*/\varepsilon_\infty$ .

Хорошо известно по многочисленным исследованиям, что дважды возбужденные электронные конфигурации вносят вклад в корреляционную составляющую энергии связи в более низком порядке по сравнению с однократно возбужденными конфигурациями. Именно это и подтверждается вычислениями для аксиально-симметричного биполярона, которые представлены на рисунках 3 и 4. В этом случае поведение от расстояния  $R$  корреляционного вклада определяется пространственной симметрией рассматриваемой системы [30], то есть точечной группой симметрии, которая соответствует исходному нулевому приближению и по неприводимому представлению которой должна преобразовываться истинная электронная волновая функция биполярона, учитывающая электронную корреляцию.

Важность учета симметрии биполярона при построении пробной электронной волновой функции состоит также в том, что она позволяет сформулировать правильную схему систематически последовательного расширения базисного набора из элементов, принадлежащих одному множеству. Если множество не инвариантно, то поиск собственного значения оператора становится неопределенным. Множество функций с

заданной симметрией образуют линейное пространство, так как их линейная комбинация также принадлежит этому множеству. В то же время комбинация гауссовских функций, используемая Кашириной и Лакно, не образуют линейного пространства, со всеми вытекающими из этого последствиями, появляющимися при поиске собственных значений вариационным методом. На коротких расстояниях  $R$  наибольший вклад в энергию связи возникает от так называемой «аксиальной» корреляции электронов [23], которая и определяется волновыми функциями типа (9) и (14). Но даже эти корреляционные вклады как показали вычисления (рис. 1 и 3) не могут изменить радикально нулевое приближение и тем самым исходную симметрию биполярона.

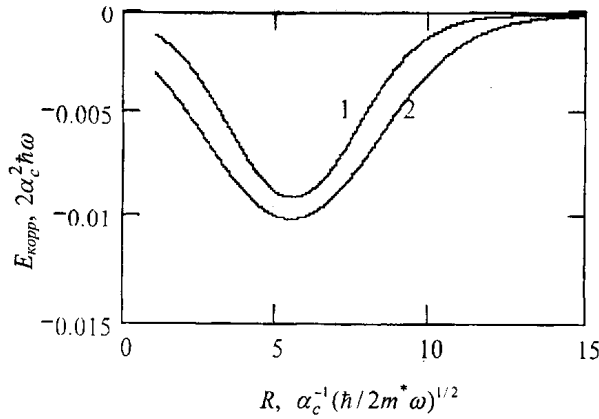


Рисунок 3 – Корреляционный вклад в энергию связи аксиально-симметричного биполярона ( $\varepsilon^*/\varepsilon_\infty = 1,05$ ):

- 1 – одна дополнительная конфигурация ( $1s2p$ ) к нулевому приближению;  
2 – две дополнительные конфигурации  $1s2p$  и  $2p^2$  к нулевому приближению

Выполним еще один несложный, но очень показательный математический анализ, который демонстрирует, что межэлектронные корреляции не могут приводить к стабилизации сферически-симметричного состояния биполярона и тем более не приводят к изменению симметрии биполярона обнаруженной в нулевом приближении. Если бы одноцентровое состояние континуального биполярона было бы действительно энергетически выгодным, как это утверждают Каширина и Лакно, то дополнительный учет в полной двухэлектронной волновой функции так называемых «ионных» слагаемых (функция Вайнбаума [35]) приводил бы к стабилизации биполярона (при  $R \rightarrow 0$ ), значительно большему, чем для равновесного расстояния между поляронами, соответствующему нулевому приближению. Однако простые вычисления [10] демонстрируют, что такие поправки ни при каких условиях не дают вклада в энергию связи синглетного биполярона в основном состоянии и их учет не играет никакой роли в стабилизации одноцентровых биполяронных образований. Действительно в этом случае двухэлектронную волновую функцию можно записать в виде суммы волновых функций [35]:

$$\chi(r_1, r_2; R) \sim \chi_0(r_1, r_2; R) + \mu(\chi_{1s}^a(r_1)\chi_{1s}^a(r_2) + \chi_{1s}^b(r_1)\chi_{1s}^b(r_2)). \quad (17)$$

Здесь  $\mu$  – дополнительный вариационный параметр, причем очевидно  $0 \leq \mu \leq 1$ .

Слагаемое пропорциональное  $\mu$  определяет вклад одноцентровых корреляций в стабилизацию биполярона. Однако очень простые и имеющие понятный физический смысл вычисления показали, что эта дополнительная электронная конфигурация не дает вклад в энергию стабилизации биполярона в области  $R \rightarrow 0$ . Электронная энергия (1) биполярона Ландау-Пекара в области максимума межполяронного потенциала может быть записана в следующем виде:

$$E(\mu) = -\left[0,918 + 2,982\mu + 4,016\mu^2 + 2,331\mu^3 + 0,557\mu^4\right] \times \left[2,787 + 5,019\mu + 2,791\mu^2\right]^2 \times 2\alpha_c^2\hbar\omega. \quad (18)$$

Числовые значения в (18) были получены для случая  $\varepsilon^*/\varepsilon_\infty = 1,00$ , который является наиболее благоприятным для положительного проявления «ионных» корреляционных вкладов в стабилизацию сферически-симметричного биполярона. Очевидно, в этом случае прямое кулоновское взаимодействие между электронами предельно ослаблено. Из экстремальных свойств функционала (18) не трудно видеть, что вариационный параметр  $\mu = 0$ , то есть одноцентровые («ионные») вклады в волновую функцию не приводят к стабилизации сферически симметричного биполярона и, следовательно, «одноцентровые» электрон – электронные корреляции тем более не могут изменить пространственную симметрию биполярона, соответствующую нулевому приближению. Равенство  $\mu = 0$  для корреляционных вкладов является убедительным аргументом, подтверждающим неустойчивость одноцентрового состояния синглетного биполярона. Этот вывод также противоречит результатам биполяронных вычислений Кашириной и Лахно и остается справедливым во всей области допустимых отношений диэлектрических проницаемостей  $\varepsilon^*/\varepsilon_\infty$ . Если корреляционные вклады, определяемые волновой функцией (14) несколько увеличивают энергию связи биполярона по отношению к нулевому приближению, то одноцентровые корреляции (17) вообще никак не влияют на энергию связи биполярона. Таким образом, эти очень простые с ясным физическим смыслом вычисления указывают, что одноцентровое состояние синглетного биполярона нестабильно и в очередной раз подтверждают ошибочность громоздких, трудно-воспроизводимых с неясным физическим содержанием биполяронных вычислений Кашириной и Лахно. Уже только одно это обстоятельство является достаточным основанием, чтобы признать наивные биполяронные вычисления Кашириной и Лахно абсолютно ошибочными. Однако перечень ошибок, заблуждений и непонимания Кашириной и Лахно этим не ограничивается.

Парные биполяронные потенциалы приведены в работах [28, 29, 36, 37] для широкой области диэлектрических проницаемостей. Потенциалы получены вариационным методом с волновыми функциями, включающими семь вариационных параметров (нулевое приближение  $1s^2$  последовательно дополнялось электронными конфигурациями:  $2p^2$ ,  $1s2p$ , и  $1s2s$ ), при учете дополнительных ограничений накладываемых всеми вириальными соотношениями, требованиями ортогональности, пространственной симметрии и сходимости вариационного приближения. Для всего минимизирующего ряда электронных функций выполняется неравенство  $\lim_{R \rightarrow 0} dT/dR > 0$ , то есть максимум биполяронного потенциала при  $R \rightarrow 0$  сохраняется, а сферически-симметричное состояние биполярона остается неустойчивыми (рис. 4).

По мере увеличения гибкости пробной волновой функции энергия связи аксиально-симметричного биполярона увеличивается, однако общий характер зависимости энергии связи биполярона от расстояния между поляронами остается таким же, как и для нулевого приближения и не зависит от диэлектрических свойств полярной среды (рис. 4 и 5).

Как этого требует правильное применение вариационного метода, а также корректный учет электронных корреляций, имеется достаточно быстрая сходимость вариационного ряда (рис. 4). По литературным данным [17] для вычисления энергии диссоциации односвязных двухатомных молекул часто достаточно учесть только две дополнительные электронные конфигурации. Увеличение гибкости волновой функции сохраняет правильную однородную сходимость результатов, как это и требуется в вариационном анализе при поиске собственных значений (сравнить с рис. 2).

Для кривой 4 рисунка 4 использовалась суперпозиция четырех электронных конфигураций: основная –  $1s^2$ , однократно возбужденные –  $1s2p$  и  $1s2s$  и двукратно возбужденная  $2p^2$ . В символическом виде пробную электронную волновую функцию можно записать так:

$$\chi \sim \chi_0(1s^2) + C_1\chi_2(2p^2) + C_2\chi_1(1s2p) + C_3\chi_3(1s2s), \quad (19)$$

где  $\chi_0$ ,  $\chi_1$ ,  $\chi_2$  и  $\chi_3$  волновые функции двухэлектронных конфигураций.

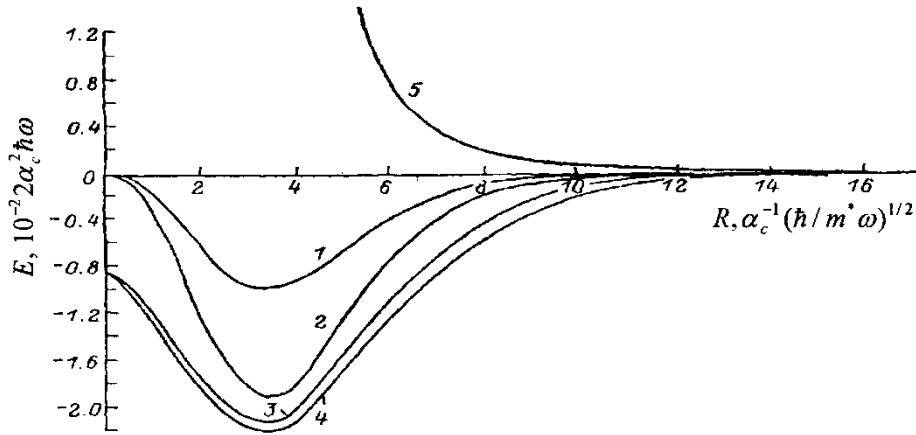


Рисунок 4 – Энергия связи синглетного биполярона Ландау-Пекара ( $\varepsilon^*/\varepsilon_\infty = 1,00$ ) как функция межполяронного расстояния. Пробная электронная волновая функция выбиралась в форме (19): 1 –  $C_1 = C_2 = C_3 = 0$  (нулевое приближение); 2 –  $C_1 \neq 0, C_2 = C_3 = 0$ ; 3 –  $C_1 \neq 0, C_2 \neq 0, C_3 = 0$ ; 4 –  $C_1 \neq 0, C_2 \neq 0, C_3 \neq 0$ ; 5 – триплетное состояние биполярона  ${}^3\Sigma_u(1s^2)$ .

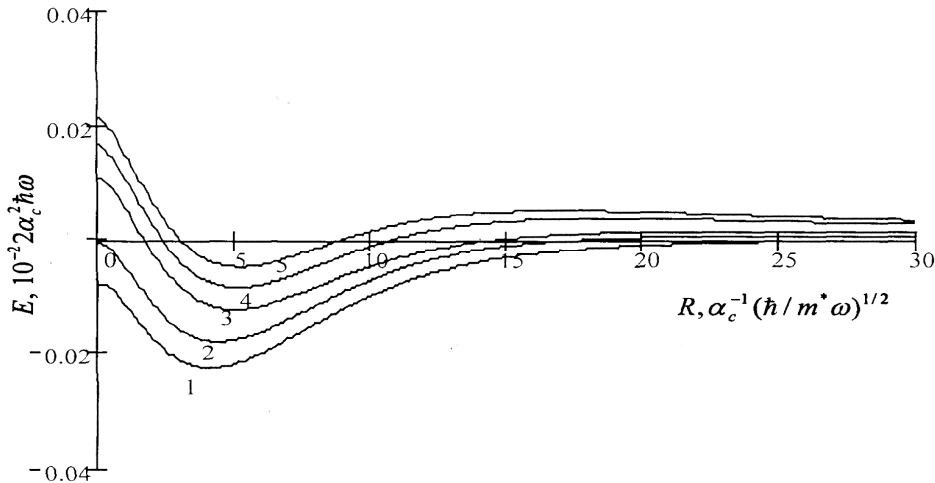


Рисунок 5 – Энергия связи синглетного биполярона Ландау-Пекара как функция расстояния между поляронами [36, 37, 39]. Вычисления выполнены с учетом межэлектронных корреляций с использованием волновой функции (19):

$$\varepsilon^*/\varepsilon_\infty = 1,00 (1), 1,02 (2), 1,05 (3), 1,08 (4), 1,10 (5)$$

Функция  $\chi_{2s}$  выбиралась в следующем аналитическом виде:

$$\sim (1 - \gamma_1 r) \exp(-\gamma_2 r),$$

где  $\gamma_1$  и  $\gamma_2$  дополнительные вариационные параметры.

Число вариационных параметров достигло семи, однако никаких дополнительных минимумов, как это утверждает Кашириной и Лахно [8] не появляется (рис. 4). Наоборот, как это и требуется при правильном применении вариационного метода с увеличением гибкости функции, наблюдается плавное и достаточно быстро сходящееся понижение всего биполяронного потенциала, при этом сохраняется его хартри-фокковская зависимость от расстояния  $R$  и никакого перехода в одноцентровое состояние не происходит. Более того, как следует из рисунка 4, и как это требует правильное применение вариационного метода, последовательное увеличение гибкости волновой функции приводит к плавной сходимости вариационного ряда. При этом равновесное расстояние между поляронами сохраняется. Изменение равновесного расстояния в



основном обусловлено изменением параметра  $\varepsilon^*/\varepsilon_\infty$  (рис. 5). В противоположность этому биполярные вычисления Кашириной и Лахно [7, 8] характеризуются расходящейся последовательностью, то есть отсутствием стационарных точек, причем граница расходимости никак и ничем ими не определяется.

При правильном применении вариационного метода никакого значительного изменения энергии связи биполярона нулевого приближения, как это утверждается Кашириной и Лахно не происходит, которое якобы сопровождается изменением пространственной симметрии биполярона (рис. 2). По-видимому, вычислительные методы, используемые Кашириной и Лахно, в лучшем случае для этих авторов, приводят к так называемой неустойчивости вычислительного алгоритма и могут объясняться, плохим выбором системы координатных функций (см. выше). Поэтому вычислительная процедура Ритца должна контролироваться требованием ее устойчивости. Игнорирование многих особенностей вариационной процедуры при поиске собственных значений, приводят к существенным ошибкам в вариационных вычислениях. Как известно, это находит свое проявление в том, что параметры Ритца начинают резко изменяться, а аппроксимация к решению начинает сильно отличаться от нулевого приближения. Это и делает процедуру Ритца неустойчивой.

Из рисунка 5 видно, что при правильном применении вариационного метода и корректном учете электронной корреляции, по мере увеличения отношения  $\varepsilon^*/\varepsilon_\infty$  не только монотонно уменьшается величина энергии связи биполярона, что является очевидным, но и увеличивается равновесное расстояние между поляронами. Это является вполне естественным, физически логичным и понятным, в отличие от наивных и прямолинейных биполярных вычислений Кашириной и Лахно. Уменьшение энергии связи биполярона приводит к увеличению эффективного размера биполярона (рис. 5). В тоже время парный сферически-симметричный биполяронный потенциал (рис. 2) из вычислений Кашириной и Лахно [7], остается не чувствительным к подобным изменениям полярной среды.

Также надумано утверждение Кашириной и Лахно [7] о том, что одноцентровая модель биполярона является общепринятой. Ситуация в научной литературе прямо противоположная. Во многих известных публикациях использующих альтернативные аналитические методы [40–47] для решения биполяронной проблемы, и в которых исследовалась зависимость межполяронного парного потенциала от расстояния между поляронами установлено, что биполярон Ландау-Пекара в основном синглетном состоянии является двухцентровым аксиально-симметричным образованием. К этому же результату приходят и авторы работ [40, 42], анализировавшие основное состояние биполярона как функцию расстояния  $R$  фейнмановским методом интегралов по траекториям. К аналогичному выводу пришли авторы очень интересной работы [48]. Они также использовали в своих исследованиях подход Фейнмана. В работе [43] для учета электронной корреляции использовался формализм матрицы плотности Гуннарсона-Лундквиста [49]. Результаты этой работы, полностью подтверждают результаты, полученные методом разложения электронной волновой функции по электронным конфигурациям [6, 10, 13, 28, 29] и указывают, что основное синглетное состояние биполярона Ландау-Пекара является аксиально-симметричным, а метод конфигурационного взаимодействия позволяет практически полностью учесть корреляционный вклад в энергию связи биполярона.

Некорректность биполяронных вычислений Кашириной и Лахно подтверждается также исследованиями, которые выполнены в работе [50] В этой работе строго математически, без использования вариационного подхода, показано, что оператор Гамильтона для биполярона Ландау-Пекара в основном синглетном состоянии не имеет сферически-симметричных решений, тем самым еще раз указывая на абсурдность результатов Кашириной и Лахно.

Вариационные процедуры без предварительного исследования оператора, лежащего в основе уравнения или функционала, могут привести только к экстремалам. Чтобы избежать таких ошибок минимизацию функционала необходимо выполнять на

классе допустимых функций, например,  $\chi_i$ , из которых построена функция (19). Последовательность функций  $\chi_i$  принадлежит к области определения полярного функционала и поэтому может быть названа минимизирующей последовательностью для этого функционала. Обычно систему линейно независимых функций выбирают так, чтобы она представляла собой полную систему. Требование полноты означает возможность аппроксимации решения с произвольной точностью линейными комбинациями допустимых функций, составленных из семейства функций  $\chi_i$ . Эти естественные для вариационного принципа требования полностью игнорируются в работах Кашириной и Лахно, также как ими игнорировалось требование выполнения вириальных соотношений в их первой работе [7].

Некорректное применение вариационного метода в биполярных вычислениях Кашириной и Лахно [7–9], приводит, к значительной переоценке корреляционных вкладов в энергию связи континуального биполярона адиабатической и сильной связи, обусловленной не оптимальностью двухэлектронных волновых функций и как результат этого к необоснованному изменению пространственной симметрии биполярона, соответствующего исходному хартри-фоковскому приближению. Следствием этого являются результаты, не имеющие физического смысла и находящиеся в противоречии с надежно установленными положениями многоэлектронной теории. В тоже время, пользуясь уравнениями (5) и (6) нетрудно показать [14, 49, 51, 52], что триплетные электронно-возбужденные состояния континуального биполярона как функция расстояния являются одноцентровыми образованиями, (за исключением  ${}^3\Sigma_u$  состояния, которое является отталкивающим при всех  $R$ ).

Абсолютно ложно и голословно утверждение Кашириной и Лахно [9] о том, что полностью отсутствуют экспериментальные данные, подтверждающие существование связанных двухэлектронных образований биполярного типа в полярных средах. Если такое заявление Кашириной и Лахно сделано умышленно, то оно говорит об их недобросовестности, а если неумышленно, то – о низком профессиональном уровне как ученых. В экспериментах по магнитным и оптическим исследованиям, а также исследованиям по подвижности электронов, достоверно установлено [53, 54], что в аммиачных системах существуют высоко подвижные связанные диамагнитные двухэлектронные образования. Экспериментально биполярны наблюдались в органических соединениях [55–57], расплавленных солях [62] и металл-аммиачных системах [54–64], в ванадиевых бронзах [65]. По мнению Мотта Н.Ф. [66] ряд экспериментальных результатов можно интерпретировать, только учитывая существование в полярной среде, в том числе и в аммиаке, связанных двухэлектронных диамагнитных образований. Этого же мнения придерживается Томпсон Дж. [67]. Важно отметить, что, например, в аммиаке ионы щелочного металла и одновалентные, и двухвалентные не обладают средством к сольватированным электронам [54], причем оптические свойства дополнительных электронов оказываются тождественными как для инжектированных электронов в аммиак, так и при растворении щелочных металлов, то есть, связь электронов с катионами отсутствует. Хорошо известны экспериментальные данные по проводимости металл-аммиачных растворов. Установлено, что с изменением концентрации электронов эквивалентная проводимость меняется необычным образом. С увеличением концентрации электронов от 0,01 М до 0,4 М проводимость снижается на 20 %. Одновременно снижается парамагнитная восприимчивость раствора. Дальнейшее повышение концентрации электронов приводит к восстановлению проводимости. По мнению авторов [64] происходит спаривание спинов электронов, причем без участия катионов металла.

Далее покажем, что аксиально-симметричная модель биполярона Ландау-Пекара позволяет правильно интерпретировать экспериментальные данные. Было установлено экспериментально [68, 69], что электроны в металл-аммиачных системах имеют тенденцию к образованию связанных двухэлектронных образований биполярного типа с энергией диссоциации  $D = 0,15–0,2$  эВ, причем эти образования не зависят от природы растворенного металла [54, 70]. Теоретические оценки для тепловой энергии диссоциации биполярона в аммиаке дают значения, лежащие в интервале

0,14–0,16 эВ [10, 28, 29, 71]. Применимость поляронной модели к описанию свойств электронов в полярных жидкостях неоднократно обсуждалась в литературе. Вариационным методом были рассчитаны [10, 11, 27] основное состояние биполярона и нижайшие электронно-возбужденные синглетные, а также триплетные состояния. Как показали эти исследования, синглетные состояния соответствуют аксиально-симметричным квазимолекулярным образованиям, тогда как триплетные состояния биполярона являются сферически-симметричными образованиями [38]. Этот результат является физически естественным и понятным. Для триплетных образований электроны находятся на разных орбиталях и достаточно удалены друг от друга. Причем для последовательности релаксационно-возбужденных электронных термов двухцентрового биполярона, как это и должно быть на расстояниях  $R \rightarrow 0$ , соблюдается хорошо известное правило Хунда (рис. 6). В вариационных вычислениях Кашериной и Лакно как синглетные, так и, по-видимому, триплетные образования являются сферически-симметричными образованиями. В этом случае, не очевидно, что для их биполяронных вычислений правило Хунда должно выполняться.

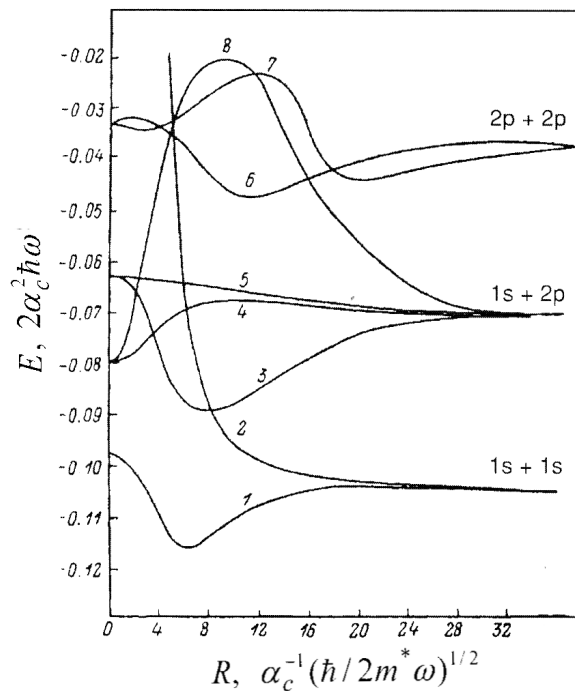


Рисунок 6 – Квазимолекулярные термы аксиально-симметричного биполярона Ландау-Пекара [51]. Межэлектронные корреляции учитывались методом наложения электронных конфигураций:

( $\epsilon^* / \epsilon_\infty = 1,075$ ) [51, 71]:

- (1) –  $^1\Sigma_g(1s^2)$ ; (2) –  $^3\Sigma_u(1s^2)$ ; (3) –  $^1\Sigma_g(1s2p_z)$ ; (4) –  $^3\Pi_u(1s2p_{x\pm iy})$ ; (5) –  $^1\Pi_g(1s2p_{x\pm iy})$ ;  
 (6) –  $^1\Sigma_g(2p_z^2)$ ; (7) –  $^1\Delta_g(2p_{x\pm iy}^2)$ ; (8) –  $^3\Sigma_g(1s2p_z)$

Аксиально-симметричный биполярон Ландау-Пекара позволяет интерпретировать ряд спектроскопических экспериментов в полярных средах. Продемонстрируем это путем сравнения оптических характеристик двухцентрового биполярона с экспериментальными данными.

Экспериментально установлено [72], что при фотовозбуждении насыщенного водородом щелочного водного раствора светом в УФ области спектра образовывались гидратированные электроны ( $e_{aq}$ ) поляронного типа в концентрации  $10^{-6}$  М. Последующее облучение системы импульсами красного света ( $\lambda_{экл} > \lambda_{min} = 700\text{nm}$ ) после исчезновения 98 % гидратированных электронов приводило к регенерации гидратированных электронов.

Мы предполагаем, что причиной регенерации является оптическое возбуждение связанного двухэлектронного образования биполярного типа, распадающегося по реакции  $(e_{aq})_2 \xrightarrow{\lambda > 700 \text{ nm}} e_{aq} + e_{aq}$ . В пользу существования связанного двухэлектронного образования говорит последующее после исчезновения  $e_{aq}$  образование молекул  $H_2$ , которое протекает значительно медленнее, чем первичный процесс. Дальнейшие эксперименты по флеш-фотолизу [72] подтвердили существование в водном растворе образований  $(e_{aq})_2$ .

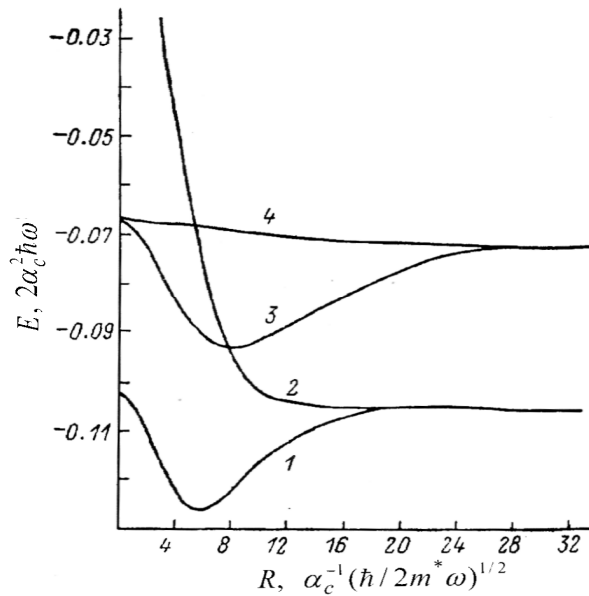


Рисунок 7 – Основное и возбужденные электронные состояния аксиально-симметричного биполярона Ландау-Пекара.  $\varepsilon^*/\varepsilon_\infty = 1,05$ :

$$(1) - {}^1\Sigma(1s^2); (2) - {}^3\Sigma(1s^2); (3) - {}^1\Sigma(1s2p_z); (4) - {}^1\Pi(1s2p_{x\pm iy})$$

Как показано в работах [10, 11] наиболее вероятными (сила осциллятора в дипольном приближении  $f \geq 0,7$ ) будут переходы:  ${}^1\Sigma(1s^2) \rightarrow {}^1\Sigma(1s2p_z)$  и  ${}^1\Sigma(1s^2) \rightarrow {}^1\Pi(1s2p_{x\pm iy})$ . Ось  $z$  совпадает с осью симметрии биполярона; индексы в скобках при спектроскопических символах обозначают одноэлектронные состояния, возникающие при адиабатическом разведении поляронов на расстояние  $R \rightarrow \infty$ . На рисунке 7 приводятся электронные термы аксиально-симметричного биполярона ( $\varepsilon^*/\varepsilon_\infty = 1,05$ ) как функция расстояния  $R$ .

Рассмотрим разрешенный в дипольном приближении переход  ${}^1\Sigma(1s^2) \rightarrow {}^1\Pi(1s2p_{x\pm iy})$ . Частоту в максимуме полосы поглощения с учетом принципа Франка-Кондона определим из соотношения [2]:

$$\hbar\Omega_1 = |E_1 - E_0| + \frac{A_0^1}{2} \sqrt{n(1+n)} \ln\left(1 + \frac{1}{n}\right), \quad n = [\exp(\hbar\omega/k_B T) - 1]^{-1}, \quad (20)$$

где  $E_0 = -1,26 \times 10^{-1} \times 2\alpha_c^2 \hbar\omega$ ,  $E_1 = -6,8 \times 10^{-2} \times 2\alpha_c^2 \hbar\omega$  – самосогласованные энергии исходного и конечного электронных состояний соответственно.

Параметрами теории являются статическая диэлектрическая проницаемость  $\varepsilon_s = 78,3$  и высокочастотная проницаемость  $\varepsilon_\infty = 1,78$ . Изотропная эффективная масса электрона  $m^* = 2,52m$  в соответствии с [2] определялась из сопоставления экспериментального и теоретического максимумов полосы оптического поглощения гидрати-

рованного электрона. Энергия реорганизации поляризационного состояния полярной среды в результате фотоперехода  $0 \rightarrow 1$  определяется из соотношения

$$A_0^1 = (2/\hbar\omega) \sum_{\mathbf{k}, j=1,2} |V_{\mathbf{k}}[\rho_j^{(0)}(\mathbf{k}) - \rho_j^{(1)}(\mathbf{k})]^2, \quad V_{\mathbf{k}} = \frac{e}{k} \left( \frac{4\pi\hbar\omega}{V\epsilon^*} \right)^{1/2}. \quad (21)$$

Здесь  $\chi(r_1, r_2)$  – двухэлектронная волновая функция; фурье-образ электронного распределения

$$\rho_1(\mathbf{k}) = \int |\chi(r_1, r_2)|^2 \exp(i\mathbf{k}r_2) d\tau_1 d\tau_2.$$

Характерную частоту  $\omega$  длинноволновых продольных оптических колебаний диэлектрического континуума, которую обычно связывают с упругими смещениями молекулярных диполей около их положений равновесия, определяли из полуширины оптического спектра поглощения гидратированного электрона [2]:

$$W_{1/2} = 2\sqrt{A_0^1 \hbar\omega \ln 2}. \quad (22)$$

Здесь энергия реорганизации среды  $A_0^1$  относится к фотопереходу  $1s \rightarrow 2p$ . Учитывая известное экспериментальное значение  $W_{1/2} = 0,29$  эВ [72] из соотношения (22) находим частоту  $\omega = 2,2 \times 10^{13} \text{ с}^{-1}$ . Энергия перехода (20) оказалась равной  $\hbar\Omega_1 = 1,41$  эВ ( $\lambda = 877 \text{ нм} > \lambda_{\min}$ ). Очевидно критерий адиабатичности  $\hbar\Omega_1 \gg \hbar\omega$  выполняется. Как нетрудно видеть из рисунка 7, конечный терм  $^1\Pi(1s2p_{x\pm iy})$  (линия 4 рис. 7) является отталкивающим во всем интервале расстояний  $R$ , что в итоге и приводит к диссоциации  $(e_{aq})_2$ .

Для фотоперехода  $^1\Sigma(1s^2) \rightarrow ^1\Sigma(1s2p_z)$  ситуация оказывается иной. Энергия перехода из минимума терма  $^1\Sigma(1s^2)$  (линия 1 рис. 7), оказалась равной  $\hbar\Omega_2 = 1,37$  эВ ( $\lambda = 905 \text{ нм} > \lambda_{\min}$ ). После электронного перехода биполярон оказывается в неравновесном состоянии и за время  $\tau \approx \omega^{-1}$  релаксирует в минимум терма  $^1\Sigma(1s2p_z)$  (линия 3 рис. 7), через который проходит отталкивающий триплетный терм  $^3\Sigma(1s^2)$  (линия 2 рис. 7). В окрестности точки пересечения термов за счет магнитных взаимодействий, действующих на спиновые переменные (например, поперечных оптических колебаний полярной среды [73], генерирующих осциллирующее магнитное поле), возможны с высокой вероятностью интеркомбинационные синглет-триплетные переходы  $^1\Sigma(1s2p_z) \sim ^3\Sigma(1s^2)$ .

С понижением температуры полоса поглощения смещается в длинноволновую область и для температур  $T \approx 80$  К в максимуме полосы поглощения энергия перехода равна  $\hbar\Omega_2 = 1,26$  эВ ( $\lambda = 982 \text{ нм}$ ). И в этом случае теоретическая длина волны очень близка к экспериментальному значению ( $\lambda = 1000 \text{ нм}$ ) [72]. В то же время длина волны, отвечающая энергии фотоионизации биполярона, оказывается значительно смещенной в коротковолновую область: ( $\lambda = 340 \text{ нм}$ ). Таким образом, модель аксиально-симметричного биполярона Ландау-Пекара позволяет удовлетворительно интерпретировать наблюдаемые экспериментальные данные после облучения щелочного раствора красным светом с ( $\lambda > \lambda_{\min} = 700 \text{ нм}$ ). Детали вычислений можно найти в [71].

Используя систему электронных термов двухцентрового биполярона (рис. 6), сравним экспериментальные оптические характеристики биполярона в аммиаке ( $\epsilon^*/\epsilon_\infty = 1,075$ ) с теоретическими вычислениями. Экспериментально установлено [53, 54], что максимум полосы оптического поглощения связанного двухэлектронного образования смещен в длинноволновую область спектра по сравнению с положением

максимума изолированного полярона. Оптический переход  ${}^1\Sigma(1s^2) \rightarrow {}^1\Sigma(1s2p_z)$  осуществляется из минимума терма основного состояния аксиально-симметричного биполярона:  $R_0 = 5,1 \times \alpha_c^{-1} (\hbar/m^* \omega)^{1/2}$ . Полная само-согласованная энергия исходного состояния:  $E_0 = -1,158 \times 10^{-1} \times 2\alpha_c^2 \hbar \omega$  и конечного состояния ( ${}^1\Sigma(1s2p_z)$ ):  $E_1 = -8,77 \times 10^{-2} \times 2\alpha_c^2 \hbar \omega$ ; энергия реорганизации полярной среды при осуществлении оптического перехода электрона равна  $A_0^1 = 8,68 \times 10^{-2} \times 2\alpha_c^2 \hbar \omega$ . Оптические измерения выполнялись при 225 К. Из уравнения (20) мы получаем:  $\hbar\Omega_1 = 0,77 \text{ эВ}$ . Здесь приняты следующие параметры для полярона в аммиаке:  $\epsilon_\infty = 1,756$ ,  $\epsilon_s = 22,8$ ,  $m^* = 1,73 m$ ;  $\omega = 5,5 \cdot 10^{13} \text{ с}^{-1}$ ,  $\alpha_c = 13,4$ . Детали вычислений представлены в работах [51, 71].

Возможен также переход  ${}^1\Sigma(1s^2) \rightarrow {}^1\Pi(1s2p_{x\pm i})$ . В этом случае для самосогласованного конечного состояния получаем:  $E_1 = -6,5 \times 10^{-2} \times 2\alpha_c^2 \hbar \omega$ ,  $A_0^1 = 2,7 \times 10^{-2} \times 2\alpha_c^2 \hbar \omega$ , и соответственно энергию оптического перехода электрона:  $\hbar\Omega_2 = 0,84 \text{ эВ}$ . Таким образом, максимумы полос поглощения в обоих случаях близки к экспериментально известному положению максимума полосы фотоперехода полярона в аммиачных системах  $\hbar\Omega(1s \rightarrow 2p) = 0,885 \text{ эВ}$  и как ожидалось [6] сдвиг максимума происходит в длинноволновую область. Экспериментальное значение положения максимума полосы поглощения биполярона, приведенное в работах [53, 54] равно  $\hbar\Omega_{\text{экср}} = 0,81 \text{ эВ}$ , которое лежит в области частот, определенных теоретически. Поскольку спектр поглощения биполярона значительно уширен, то полосы переходов  ${}^1\Sigma(1s^2) \rightarrow {}^1\Sigma(1s2p_z)$  и  ${}^1\Sigma(1s^2) \rightarrow {}^1\Pi(1s2p_{x\pm iy})$  перекрываются и, следовательно, теоретический максимум результирующей полосы будет находиться в области энергий 0,81–0,82 эВ, которая очень близка к экспериментальному значению.

Этот сдвиг подтвержден теоретическими исследованиями аксиально-симметричного биполярона [51, 71] и находится в полном согласии с наблюдаемым изменениями оптического спектра поглощения атома водорода и молекулы водорода [74], то есть при переходе от сферически симметричного объекта к аксиально-симметричному. Это известное правило соблюдается и для других физических объектов. Например, аналогичный сдвиг в длинноволновую область оптического спектра отмечается и для квазимолекулярного биэкситона, по отношению к спектру экситона [75]. В тоже время для одноцентрового малого биполярона, который аналогичен атому гелия (полная аналогия с предлагаемыми вычислениями Кашириной и Лахно [7, 8]) ожидаемый сдвиг максимума оптического поглощения должен происходить в противоположную, коротковолновую область спектра в сравнении с полосой поглощения континуального биполярона. Это и подтверждается экспериментом [76]. Очевидно, к дополнительно высказанным выше многочисленным замечаниям, которые указывают на абсурдность одноцентровой модели биполярона, нетрудно видеть, что биполярные вычисления Кашириной и Лахно [7–9] вступают также в противоречие с имеющимися экспериментальными данными.

Таким образом, приведенные как теоретические аргументы, так и экспериментальные данные убедительно доказывают не только ошибочность прямолинейных биполярных вычислений Кашириной и Лахно, но и устанавливают, что полученные ими результаты являются нелепыми и абсурдными. Вариационные вычисления Кашириной и Лахно можно рассматривать как пример абсолютного непонимания принципов вариационного метода и физической роли межэлектронной корреляции в связанных электронных системах. Следствием этих заблуждений и непониманий, в лучшем случае, является некорректное применение вариационного метода к квантовомеханическим задачам и ошибочность модели биполярона, которую длительное время, с настойчивостью достойной иного применения, предлагают Каширина и Лахно. Как показано в

настоящей статье, навряд ли можно относиться с доверием к поверхностным вычислительным исследованиям Кашириной и Лахно, смысл результатов которых они сами не достаточно ясно понимают. Статьи Кашириной и Лахно [7–9] насыщены таким обилием несуразностей, ошибок и надуманностей, что эти работы нельзя воспринимать как серьезные научные исследования, целью которых является поиск каких-то дополнительных эфемерных минимумов, не имеющих никакого отношения к физической реальности. Поскольку, как показано выше, биполярные вычисления Кашириной и Лахно противоречат основным физическим принципам, относящимся к связанным электронным системам, то такие вычислительные исследования, очевидно, научной ценности не имеют, едва ли могут быть полезными в научных исследованиях, и не требуют каких-либо еще дополнительных обсуждений.

### Литература:

1. Мухоморов В.К. Триpletные двухэлектронные квазиатомные образования в полярных средах // Оптика и спектр. – 1981. – Т. 50. – С. 171–177.
2. Пекар С.И. Исследования по электронной теории кристаллов. – М-Л. : ГИТТЛ, 1951. – 256 с.
3. Винецкий В.Л. Докторская диссертация. – Киев : Институт физики АН УССР, 1969.
4. Москаленко С.А. Адиабатическая форма теории возмущений в задаче о взаимодействии двух частиц с квантовым полем // Ученые записки Кишиневского Гос. Университета (физ.-мат. серия). – 1955. – Т. 17. – С. 103–114.
5. Винецкий В.Л. О биполярных состояниях носителей тока в ионных кристаллах // ЖЭТФ. – 1961. – Т. 40. – С. 1459–1468.
6. Мухоморов В.К. Межэлектронные корреляции в автолокализованных двухэлектронных образованиях в полярных полупроводниках // ФТП. – 1982. – Т. 16. – С. 1095–1096.
7. Каширина Н.И., Лахно В.Д., Сычев В.В. Электронные корреляции и неустойчивость двухцентрового биполярона // ФТТ. – 2003. – Т. 24. – С. 163–167.
8. Каширина Н.И., Лахно В.Д. Пространственная конфигурация биполярона и теорема вириала // ФТТ. – 2008. – Т. 50. – С. 11–16.
9. Kashirina N.I., Lakhno V.D. Comments to a series of works by V.K. Mukhomorov on the theory of a continuum polaron and two-center bipolaron (axially symmetrical quasimolecular dimer). URL: <http://arXiv.org/abs/1304.544v1> (19.04.2013).
10. Мухоморов В.К. Энергетические состояния и оптические свойства связанных двухэлектронных квазимолекулярных автолокализованных примесных центров в полярных средах // Опт. и спектр. – 1983. – Т. 55. – С. 246–254.
11. Мухоморов В.К. Синглетные и триpletные состояния континуального биполярона адиабатической и сильной связи // Опт. и спектр. – 1993. – Т. 74. – С. 1083–1104.
12. Fock V.A. New derivation of the virial theorem in quantum mechanics // Zs. Phys. – 1930. – Bd. 63. – S. 855–858.
13. Clinton W.L. Forces in molecules. 1. Applications of the virial theorem // J. Chem. Phys. – 1960. – V. 33. – P. 1603–1607.
14. Мухоморов В.К. Границы существования континуального трехмерного биполярона // ФТТ. – 2002. – Т. 44. – С. 232–238.
15. Мухоморов В.К. Собственные колебательные состояния континуального биполярона адиабатической и сильной связи. Метод смещенного  $1/N$  разложения // Опт. и спектр. – 1993. – Т. 74. – С. 242–256.
16. Болотин А.Б., Шугуров В.К. Преобразование многоцентровых интегралов к одному центру // Журнал вычислит. мат. и мат. физики. – 1963. – Т. 3. – С. 560–564.
17. Уилсон С. Электронные корреляции в молекулах. – М. : МИР, 1972. – 304 с.
18. Ladik J., Čížek J. A proposal for the calculation of the correlation energy using a one-center expansion on large molecules // J. Chem. Phys. – 1980. – V. 73. – P. 2357–2360.

19. Shaefer H.F., McLaughlin D.R., Harris F.H., Alder B.J. Calculation of the attractive He pair potential // *Phys. Rev. Lett.* – 1970. – V. 25. – P. 988–990.
20. Löwdin P.O. Expansion theorems for the total wave function and extended Hartree-Fock // *Rev. Mod. Phys.* – 1960. – V. 32. – P. 328–334.
21. Мухоморов В.К. Корреляционные эффекты в двухэлектронных автолокальных образованиях в полярных средах // *ФТП.* – 1980. – Т. 14. – С. 1587–1590.
22. Мухоморов В.К. Триплетные двухэлектронные квазиатомные образования в полярных средах // *Опт. и спектр.* – 1981. – Т. 50. – С. 171–177.
23. Rosen N. The normal state of the hydrogen molecule // *Phys. Rev.* – 1931. – V. 38. – P. 2099–2114.
24. Bongers A. A convergence theorem for Ritz approximation of eigenvalues with application to CI – calculations // *Chem. Phys. Lett.* – 1977. – V. 49. – P. 393–398.
25. Gurnee E.F., Magee J.L. The energy of the hydrogen molecule // *J. Chem. Phys.* – 1950. – V. 18. – P. 142–144.
26. Hurley A.C. The electrostatic calculation of molecular energy. II. Approximate wave functions and the electrostatic method // *Proc. Roy. Soc. London A.* – 1954. – V. 226. – P. 179–192.
27. Sinanoglu O. Many-electron theory of atoms molecules and interactions // *Adv. Chem. Phys.* – 1964. – V. 6. – P. 315–412.
28. Мухоморов В.К. Квазимолекулярные двухэлектронные автолокализованные образования в аммиаке // *Хим. физика.* – 1983. – Т. 2. – С. 642–651.
29. Mukhomorov V.K. Ground state of an optical bipolaron with an intermediate strength of coupling // *J. Phys.: Condens. Matter. B.* – 2001. – V. 13. – P. 3633–3642.
30. Слэтер Дж. Электронная структура молекул. – М. : МИР, 1965. – 587 с.
31. Kim H., Hirschfelder J.O. Energy of interaction between two hydrogen atoms by the Gaussian-type function // *J. Chem. Phys.* – 1965. – V. 47. – P. 1005–1009.
32. Wilson S., Gerratt J. Calculation of potential energy curves for the ground state of the hydrogen molecule // *Mol. Phys.* – 1975. – V. 30. – P. 777–787.
33. Brandov B.H. In: *Effective interactions and operators in nuclei.* Ed. Barret B.R. Berlin : Springer-Verlag, 1975. – 553 p.
34. Ruedenberg K. The physical nature of chemical bond // *Rev. Mod. Phys.* – 1962. – V. 34. – P. 326–376.
35. Weinbaum S. The normal state of the hydrogen molecule // *J. Chem. Phys.* – 1933. – V. 1. – P. 593–596.
36. Iadonisi G., Cataudella V., De Filippis G., Mukhomorov V.K. Internal vibrational structure of the three-dimensional large bipolaron // *Eur. Phys. J. (B).* – 2000. – V. 18. – P. 67–75.
37. Perroni C.A., Iadonisi G., Mukhomorov V.K. Formation of polaron clusters // *Eur. Phys. J. (B).* – 2004. – V. 41. – P. 163–170.
38. Mukhomorov V.K. Quantum oscillations of large polarons in magnetic and electric fields in the dielectric layers and bipolaron formation // *Phys. Rev. & Phys. Intern.* – 2013. – V. 3. – № 4. – P. 504–521.
39. Mukhomorov V.K. In: *Nanotechnology. Vol. 1. Fundamentals and Applications.* – Houston : Studium Press LLC, USA, 2013. – 475 p.
40. Masumi T. A supplement improvement of the Feynman-polaron model and the possibility of bipolaron formation // *Suppl. Progr. Theor. Phys.* – 1975. – № 57. – P. 22–34.
41. Bishop M.F., Overhauser A.W. Phonon-mediate electron-electron interaction in real space // *Phys. Rev. B.* – 1981. – V. 23. – P. 3627–3637.
42. Hiramoto H., Toyozawa Y. Inter-polaron interaction and bipolaron formation // *J. Phys. Soc. Japan.* – 1985. – V. 54. – P. 245–259.
43. Глушков А.В. К учету электронной корреляции в квазимолекулярных автолокализованных димерах // *ЖФХ.* – 1990. – Т. 64. – С. 1579–1581.
44. Sahoo S. A variational calculation of the stability of the two-center Fröhlich bipolaron // *Phys. Lett. A.* – 1994. – V. 195. – P. 105–109.
45. Sahoo S. On the formation and stability of the Fröhlich bipolaron in two – and three-dimensional systems // *Il Nuovo Cimento. D.* – 1996. – V. 18. – P. 849–853.



46. Emin D. In «Polarons and Bipolarons in High- $T_c$  Superconductors and Related Materials», ed. By E.K. Salje, A.S. Alexandrov, W.Y. Liang. – Cambridge : Univ. Press, 1995. – 335 p.
47. De Filippis G., Cataudella V., Iadonisi G. Normal state properties of an interacting large polaron gas // *Europ. Phys. J. (B)*. – 1999. – V. 8. – P. 339–351.
48. Senger R.T., Kozal B., Chatterjee A., Erçelebi A. Hartree – Fock approximation of bipolaron state in quantum dots and wires // *Eur. Phys. J.B.* – 2010. – V. 78. – P. 525–529.
49. Gunnarson O., Lundqvist B. Exchange and correlation in atomic, molecules, and solids by the spin-density-functional formalism // *Phys. Rev. B*. – 1976. – V. 13. – P. 4274–4298.
50. Frank R.L., Lieb E.H., Seiriger R. Symmetry of Bipolaron Bound States for Small Coulomb Repulsion. URL: arXiv:1201.3954v1 [math-ph] (19.01.2012).
51. Мухоморов В.К. Синглетные и триплетные возбужденные состояния квази-молекулярного димера, сольватированного в аммиаке // *Оптика и спектр.* – 1990. – Т. 69. – № 1. – С. 71–76.
52. Mukhomorov V.K. On the possibility of Landau-Pekar triplet bipolaron existence // *Amer. J. of Cond. Matt. Phys.* – 2012. – V. 2. – № 4. – P. 77–82.
53. Symons N.C.R., Catteral K. Unstable intermediates. Part XXXIV. Solvated Electrons: A model for the spin-paired species in liquid ammonia // *J. Chem. Soc. A. Inorg. Phys. Theor.* – 1966. – P. 13–16.
54. Томпсон Дж. Электроны в жидком аммиаке. – М. : МИП, 1976. – 324 с.
55. Scott J.C., Pfluger P., Kronbi M.T., Street G.B. Electron-spin-resonance studies of pyrrole polymers: Evidence for bipolaron // *Phys. Rev. B*. – 1983. – V. 28. – P. 2140–2145.
56. Chance R.R., Bredas J.L., Silbey R. Bipolaron transport in doped conjugated polymers // *Phys. Rev. B*. – 1984. – V. 29. – P. 4491–4495.
57. Voss K.F., Foster C.M., Smilowitz L. et al. Substitution effects on bipolarons in alkoxy derivatives of poly (1,4-phenylen-vinylen) // *Phys. Rev. B*. – 1991. – V. 43. – P. 5109–5118.
58. Fois E.S., Selloni A., Parrinello M., Carr R. Bipolaron in metal-metal halide solutions // *J. Phys. Chem.* – 1988. – V. 92. – P. 3268–3273.
59. Stay A., Johnson D.C., Sienko M.J. Low temperature magnetic susceptibility of the expanded metal compounds  $\text{Li}(\text{NH}_3)_4$ ,  $\text{Li}(\text{ND}_3)_4$ , and  $\text{Li}(\text{CH}_3\text{NH}_2)_4$  // *J. Chem. Phys.* – 1982. – V. 76. – P. 4248–4254.
60. White T.R., Hsu S.P., Mobley M.J., Glauning W.S. Magnetic properties of metal-ammonia compounds // *J. Phys. Chem.* – 1984. – V. 88. – P. 3890–3895.
61. David T., Glauning W.S., Zolotov S., Sienko M.J. Strange magnetic behavior and phase relations of metal-ammonia compounds. In: *Metal-ammonia solutions. Proc. of Int. Conf. Eds. Lagowski J.J., Sienko M.J.* – London, 1970. – P. 323–329.
62. Catteral R. Electron spin relaxation in solid metal-ammonia solutions. Evidence for high mobile electron pairs near the metal-nonmetal transition // *Phil. Mag.* – 1970. – V. 22. – № 178. – P. 779–786.
63. O'Reilly D.E. Spin densities in alkali metal-ammonia solutions // *J. Chem. Phys.* – 1964. – V. 41. – P. 3736–3742.
64. Kestner N.R., Copeland D.A. Studies of the species  $(e_2^{-2})_{\text{am}}$ . In: *Proc. Int. Conf. Metal-Ammonia Solutions. Eds. Lagowski J., Sienko M.* – London, 1970. – P. 27–39.
65. Chakraverty B.K., Sienko M.J., Bonnerot J. Low-temperature specific heat and magnetic susceptibility of nonmetallic vanadium bronzes // *Phys. Rev. B*. – 1978. – V. 17. – P. 3781–3789.
66. Mott N.F. *Metal-Insulator Transitions.* – London : Taylor & Francis, 1974. – 342 p.
67. Tompson J.C. Metal-nonmetal transition in metal-ammonia solutions // *Rev. Mod. Phys.* – 1968. – V. 40. – P. 704–710.
68. Russel J.B. Free energy and the electron electrode in liquid ammonia // *J. Am. Chem. Soc.* – 1957. – V. 79. – P. 4051–4054.
69. O'Reilly D.E. Knight shifts and relaxation times of alkali – metal and nitrogen nuclei in metal-ammonia solutions // *J. Chem. Phys.* – 1964. – V. 41. – P. 3729–3735.

70. Tehan F., Lok M., Dye J. In: Proc. 165<sup>th</sup> Nat. Meet. Am. Chem. Soc., Dallas 1973.
71. Мухоморов В.К. Биполяроны. Структура. Свойства. – Saarbrücken, Germany : LAP Lampert Academic Publishing, 2011. – 278 с.
72. Харт Э., Анбар М. Гидратированный электрон. – М. : Атомиздат, 1973. – 280 с.
73. Мухоморов В.К. Спонтанные интеркомбинационные переходы в двухэлектронных квазиатомных образованиях, сольватированных в аммиаке // Хим. физика. – 1989. – Т. 8. – С. 1163–1167.
74. Бете Г. Квантовая механика простейших систем. – М.-Л. : ОНТИ, 1935. – 399 с.
75. Москаленко С.А. Введение в теорию экситонов большой плотности. – Кишинев : Штиинца, 1983. – 207 с.
76. Schirmer O.F., Salje E. Conduction bipolarons in low-temperature crystalline  $WO_{3-x}$  // J. Phys. C: Solid State Physics. – 1980. – V. 13. – P. L 1067 – L 1072.

### References:

1. Mukhomorov V.K. Triplet two-electron quasi-stationary states in polar medium // Optika i Spektroskop. – 1981. – V. 50. – P. 171–177 (1981) [Sov. Phys. – Optics and Spectroscopy. – 1981. – V. 50. – P. 90–94].
2. Pekar S.I. Research in Electron Theory of Crystals. – USAE C: Washington DC, 1963.
3. Vinetskii V.L. Thesis for a Doctor's degree. Kiev. Institute of Physics of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR.
4. Moskalenko S.A. Adiabatic form of the perturbation theory of the problem of two particles interacting with the quantum field // Uch. Zap. – Kishinev Gos. Univ, 1955. – V. 17. – P. 103–114.
5. Vinetskii V.L. On bipolaron states of current carriers in ionic crystals // Zh. Eksp. Teor. Fiz. – 1961. – V. 40. – P. 1459–1468.
6. Mukhomorov V.K. Interelectron correlations in the two-electron self-localized formations in polar semiconductors // Fiz. Tekhn. Poluprovodn. (Leningrad). – 1982. – V. 16. – P. 1095–1096 (1982) [Sov. Phys. – Semiconductors. – 1982. – V. 16. – P. 700–701].
7. Kashirina N.I., Lakhno V.D., Sychev V.V. Electron correlations and unstability of two-center bipolaron // Fiz. Tverd. Tela. – 2003. – V. 45. – P. 163–167.
8. Kashirina N.I., Lakhno V.D. The spatial configuration of the bipolaron and the virial theorem // Fiz. Tverd. Tela. – 2008. – V. 50. – P. 11–16.
9. Kashirina N.I., Lakhno V.D. Comments to a series of works by V.K. Mukhomorov on the theory of a continuum polaron and two-center bipolaron (axially symmetrical quasimolecular dimer). URL: [http://arcXiv.org/abs/1304.544v1\(19.04.2013\)](http://arcXiv.org/abs/1304.544v1(19.04.2013)).
10. Mukhomorov V.K. The energy states and optical properties of bound two-electron quasi-molecular self-localized impurity centers in polar media // Optika i Spektroskop. – 1983. – V. 55. – P. 246–254 [Sov. Phys. – Optics and Spectroscopy. – 1983. – V. 55. – P. 145–150].
11. Mukhomorov V.K. Singlet and triplet states of a continuum bipolaron for adiabatic and strong coupling // Optika i Spektroskop. – 1993. – V. 74. – P. 1083–1104 [Sov. Phys. – Optics and Spectroscopy. – 1993. – V. 74. – P. 644–655].
12. Fock V.A. New derivation of the virial theorem in quantum mechanics // Zs. Phys. – 1930. – Bd. 63. – S. 855–858.
13. Clinton W.L. Forces in molecules. 1. Applications of the virial theorem // J. Chem. Phys. – 1960. – V. 33. – P. 1603–1607.
14. Mukhomorov V.K. The region of existence of the three-dimensional continuum bipolaron // Fiz. Tverd. Tela. – 2002. – V. 44. – P. 232–238 [Physics of the Solid State. – 2002. – V. 44. – P. 241–247].
15. Mukhomorov V.K. Eigen values of vibrational states of continual bipolaron of adiabatic and strong coupling. Method of shifted  $1/N$  expansion // Optika i Spektroskop. – 1993. – V. 74. – P. 242–256 (1993). [Optics and Spectroscopy. – 1993. – V. 74. – P. 149–159].

16. Bolotin A.B., Shugurov V.K. Transformation of the multicenter integrals to one center // *Vychisl. Mat. Mat. Fiz.* – 1963. – V. 3. – P. 560–564.
17. Wilson S. *Electron Correlations in Molecules.* – Oxford : Clarendon. 1984. – 304 p.
18. Ladik J., Cizek J. A proposal for the calculation of the correlation energy using a one-center expansion on large molecules // *J. Chem. Phys.* – 1980. – V. 73. – P. 2357–2360.
19. Shaefer H.F., McLaughlin D.R., Harris F.H., Alder B.J. Calculation of the attractive He pair potential // *Phys. Rev. Lett.* – 1970. – V. 25. – P. 988–990.
20. Löwdin P.O. Expansion theorems for the total wave function and extended Hartree-Fock // *Rev. Mod. Phys.* – 1960. – V. 32. – P. 328–334.
21. Mukhomorov V.K. Correlation effects in two-electron self-localized formations in polar semiconductors // *Fiz. Tekn. Poluprovodn. (Leningrad).* – 1980. – V. 14. – P. 1587–1590 [*Sov. Phys. – Semiconductors.* – 1980. – V. 14. – P. 940–942].
22. Mukhomorov V.K. Triplet two-electron quasi-stationary states // *Optika i Spektroskop.* – 1981. – V. 50. – P. 171–177 [*Optics and Spectroscopy.* – 1981. – V. 50. – P. 90–94 (1981)].
23. Rosen N. The normal state of the hydrogen molecule // *Phys. Rev.* – 1931. – V. 38. – P. 2099–2114.
24. Bongers A. A convergence theorem for Ritz approximation of eigenvalues with application to CI – calculations // *Chem. Phys. Lett.* – 1977. – V. 49. – P. 393–398.
25. Gurnee E.F., Magee J.L. The energy of the hydrogen molecule // *J. Chem. Phys.* – 1950. – V. 18. – P. 142–144.
26. Hurley A.C. The electrostatic calculation of molecular energy. II. Approximate wave functions and the electrostatic method // *Proc. Roy. Soc. (London.) A.* – 1954. – V. 226. – P. 179–192.
27. Sinanoglu O. Many-electron theory of atoms molecules and interactions // *Adv. Chem. Phys.* – 1964. – V. 6. – P. 315–412.
28. Mukhomorov V.K. Two-electron self-trapped quasi-molecular formation in ammonia // *Khim. Fizika. (Chemical Physics).* – 1983. – V. 2. – P. 642–651.
29. Mukhomorov V.K. Ground state of an optical bipolaron with an intermediate strength of coupling // *J. Phys. : Condens. Matter. B.* – 2001. – V. 13. – P. 3633–3642.
30. Slater J.C. *Electronic Structure of Molecules.* – New-York, San-Francisco, Toronto, London : Mc Grow – Hill Book Corporation, Inc, 1963.
31. Kim H., Hirschfelder J.O. Energy of interaction between two hydrogen atoms by the Gaussian-type function // *J. Chem. Phys.* – 1965. – V. 47. – P. 1005–1009.
32. Wilson S., Gerratt J. Calculation of potential energy curves for the ground state of the hydrogen molecule // *Mol. Phys.* – 1975. – V.30. – P. 777–787.
33. Brandov B.H. In: *Effective interactions and operators in nuclei.* Ed. Barret B.R. Berlin : Springer-Verlag, 1975.
34. Ruedenberg K. The physical nature of chemical bond // *Rev. Mod. Phys.* – 1962. – V. 34. – P. 326–376.
35. Weinbaum S. The normal state of the hydrogen molecule // *J. Chem. Phys.* – 1933. – V. 1. – P. 593–596.
36. Iadonisi G., Cataudella V., De Filippis G., Mukhomorov V.K. Internal vibrational structure of the three-dimensional large bipolaron // *Eur. Phys. J. (B).* – 2000. – V. 18. – P. 67–75.
37. Perroni C.A., Iadonisi G., Mukhomorov V.K. Formation of polaron clusters // *Eur. Phys. J. (B).* – 2004. – V. 41. – P. 163–170.
38. Mukhomorov V.K. Quantum oscillations of large polarons in magnetic and electric fields in the dielectric layers and bipolaron formation // *Phys. Rev. & Phys. Intern.* – 2013. – V. 3. – P. 504–521.
39. Mukhomorov V.K. In: *Nanotechnology. vol. 1. Fundamentals and Applications.* – Houston: Studium Press LLC, 2013. – 475 p.
40. Massumi T. A supplement improvement of the Feynman-polaron model and the possibility of bipolaron formation // *Suppl. Progr. Theor. Phys.* – 1975. – №. 57 – P. 22–34.

41. Bishop M.F., Overhauser A.W. Phonon-mediate electron-electron interaction in real space // *Phys. Rev. B.* – 1981. – V. 23. – P. 3627–3637.
42. Hiramoto H., Toyozawa Y. Inter-polaron interaction and bipolaron formation // *J. Phys. Soc. Japan.* – 1985. – V. 54. – P. 245–259.
43. Glushkov A.V. Taking into account the electron correlation in the quasi-molecular self-trapped dimers // *Zh. Fiz. Khim. (Phys. Chem.).* – 1990. – V. 64. – P. 1579–1581.
44. Sahoo S. A variational calculation of the stability of the two-center Fröhlich bipolaron // *Phys. Lett. A.* – 1994. – V. 195. – P. 105–109.
45. Sahoo S. On the formation and stability of the Fröhlich bipolaron in two – and three-dimensional systems // *Il Nuovo Cimento.D.* – 1996. – V. 18. – P. 849–853.
46. Emin D. In: “Polarons and Bipolarons in High- $T_c$  Superconductors and Related Materials”, ed. by E.K. Salje, A.S. Alexandrov, W.Y. Liang, Cambridge : Univ. Press, 1995.
47. De Filippis G., Cataudella V., Iadonisi G. Normal state properties of an interacting large polaron gas // *Europ. Phys. J. (B).* – 1999. – V. 8. – P. 339–351.
48. Senger R.T., Kozal B., Chatterjee A., Erçelebi A. Hartree –Fock approximation of bipolaron state in quantum dots and wires // *Eur. Phys. J. B.* – 2010. – V. 78. – P. 525–529.
49. Gunnarsson O., Lundqvist B. Exchange and correlation in atomic, molecules, and solids by the spin-density-functional formalism // *Phys. Rev. B.* – 1976. – V. 13. – P. 4274–4298.
50. Frank R.L., Lieb E.H., Seiriger R. Symmetry of Bipolaron Bound States for Small Coulomb Repulsion // *arXiv:1201.3954v1 [math-ph]* (19.01.2012).
51. Mukhomorov V.K. Singlet and triplet excited states of quasi-molecular dimer solvated in ammonia // *Optika i Spektroskop.* – 1990. – V. 69. – P. 71–76 [Optics and Spectroscopy. – 1990. – V. 69. – P. 43–46.
52. Mukhomorov V.K. On the possibility of Landau-Pekar triplet bipolaron existence // *Amer. J. of Cond. Matt. Phys.* – 2012. – V. 2. – P. 77–82.
53. Symons N.C.R., Catteral K. Unstable intermediates. Part XXXIV. Solvated Electrons: A model for the spin-paired species in liquid ammonia // *J. Chem. Soc. A. Inorg. Phys. Theor.* – 1966. – P. 13–16.
54. Thompson J. Electrons in liquid ammonia. – Oxford : Clarendon, 1976. – 324 p.
55. Scott J.C., Pfluger P., Kronnbi M.T., Street G.B. Electron-spin-resonance studies of pyrrole polymers: Evidence for bipolaron // *Phys. Rev. B.* – 1983. – V. 28. – P. 2140–2145.
56. Chance R.R., Bredas J.L., Silbey R. Bipolaron transport in doped conjugated polymers // *Phys. Rev. B.* – 1984. – V. 29. – P. 4491–4495.
57. Voss K.F., Foster C.M., Smilowitz L. Substitution effects on bipolarons in alkoxy derivatives of poly (1,4-phenylen-vinylene) // *Phys. Rev. B.* – 1991. – V. 43. – P. 5109–5118.
58. Fois E.S., Selloni A., Parrinello M., Carr R. Bipolaron in metal-metal halide solutions // *J. Phys. Chem.* – 1988. – V. 92. – P. 3268–3273.
59. Stay A., Johnson D.C., Sienko M.J. Low temperature magnetic susceptibility of the expanded metal compounds  $\text{Li}(\text{NH}_3)_4$ ,  $\text{Li}(\text{ND}_3)_4$ , and  $\text{Li}(\text{CH}_3\text{NH}_2)_4$  // *J. Chem. Phys.* – 1982. – V. 76. – P. 4248–4254.
60. White T.R., Hsu S.P., Mobley M.J., Glauning W.S. Magnetic properties of metal-ammonia compounds // *J. Phys. Chem.* – 1984. – V. 88. – P. 3890–3895.
61. David T., Glauning W.S., Zolotov S., Sienko M.J. Strange magnetic behavior and phase relations of metal-ammonia compounds. In: *Metal-ammonia solutions. Proc. Of Int. Conf. Eds. Lagowski. J.J., Sienko M.J.* – London, 1970. – P. 323–329.
62. Catteral R. Electron spin relaxation in solid metal-ammonia solutions. Evidence for high mobile electron pairs near the metal-nonmetal transition // *Phil. Mag.* – 1970. – V. 22. – №. 178. – P. 779–786.
63. O'Reilly D.E. Spin densities in alkali metal-ammonia solutions // *J. Chem. Phys.* – 1964. – V. 41. – P. 3736–3742.
64. Kestner N.R., Copeland D.A. Studies of the species  $(e_2^{-2})_{\text{am}}$ . In: *Proc. Int. Conf. Metal-Ammonia Solutions. Eds. Lagowski J., Sienko M.* – London, 1970. – P. 27–39.
65. Chakraverty B.K., Sienko M.J., Bonnerot J. Low-temperature specific heat and magnetic susceptibility of nonmetallic vanadium bronzes // *Phys. Rev. B.* – 1978. – V. 17. – P. 3781–3789.

66. Mott N.F. Metal-insulator transitions. – London : Taylor & Francis, 1974. – 342 p.
67. Tompson J.C. Metal-nonmetal transition in metal-ammonia solutions // *Rev. Mod. Phys.* – 1968. – V. 40. – P. 704–710.
68. Russel J.B. Free energy and the electron electrode in liquid ammonia // *J. Am. Chem. Soc.* – 1957. – V. 79. – P. 4051–4054.
69. O'Reilly D.E. Knight shifts and relaxation times of alkali – metal and nitrogen nuclei in metal-ammonia solutions // *J. Chem. Phys.* – 1964. – V. 41. – P. 3729–3735.
70. Tehan F., Lok M., Dye J. In: *Proc. 165<sup>TH</sup> Nat. Meet. Am. Chem. Soc. Dallas, 1973.*
71. Mukhomorov V.K. Bipolarons. Structure. Properties. – Saarbrücken, Germany: LAP Lampert Academic Publishing, 2011. – 278 p.
72. Hart E., Anbar M. The hydrated electron. – New York : Wiley, 1970. – 280 p.
73. Mukhomorov V.K. Intercombinative spontaneous transitions in two-electron quasi-atomic species solvated in ammonia // *Khim. Fiz. (Chemical Physics)*. – 1989. – V. 8. – P. 1163–1167.
74. Bethe H.A. Quantum mechanics of one- and two-electron atoms. – Berlin : Springer, 1957. – 399 p.
75. Moskalenko C.A. Introduction to the theory of large density excitons. – Kishinev : Shteentza, 1983. – 207 p.
76. Schirmer O.F., Salje E. Conduction bipolarons in low-temperature crystalline  $WO_{3-x}$  // *J. Phys. C: Solid State Physics*. – 1980. – V. 13. – P. L 1067 – L 1072.

УДК 528.14

## ОЦЕНКА НЕРАВНОЗНАЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ УРАВНИВАНИИ МЕТОДОМ НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ

### EVALUATION MEASUREMENT NONEQUIVALENCE THE ADJUSTMENT METHOD OF LEAST SQUARES

#### Желтко Чеслав Николаевич

кандидат технических наук,  
доцент кафедры кадастра и геоинженерии  
Кубанского государственного  
технологического университета  
Тел.: 8 (918) 499-09-39  
set@id-yug.com

#### Бердзенишвили Сергей Георгиевич

доцент кафедры кадастра и геоинженерии  
Кубанского государственного  
технологического университета  
Тел.: 8 (918) 314-77-44

#### Олейникова Лилия Альбертовна

старший преподаватель  
кафедры кадастра и геоинженерии  
Кубанского государственного  
технологического университета  
Тел.: 8 (952) 875-31-19

**Аннотация.** Анализируется в общем виде степень участия каждого измерения в уравненных значениях неизвестных. На основе анализа приведен пример методики, в которой нарушены выгоднейшие условия измерений.

**Ключевые слова:** уравнивание. Неизвестные. Метод наименьших квадратов. Значимость и весомость измерения.

**Zheltko Cheslav Nikolaevich**  
Ph.D., Associate Professor of  
the Department of Cadastre  
and Geo-engineering Kuban State  
University of Technology  
Tel.: 8 (918) 499-09-39  
set@id-yug.com

**Berdzenishvili Sergey Georgievich**  
Associate Professor of the Department of  
Cadastre and Geo-engineering  
Kuban State University of Technology  
Tel.: 8 (918) 314-77-44

**Oleynikova Liliya Albertovna**  
senior Lecturer of the Department of  
cadastre and Geo-engineering  
Kuban State University of Technology  
Tel.: 8 (952) 875-31-19

**Annotation.** Analyzed in a general way the degree of participation of each measurement in the adjusted values of the variables. On the basis of analysis is an example of a technique which violated Favorable conditions for measurements.

**Keywords:** adjustment. Variables. The method of least squares. Importance and availability of weight measurements.

При уравнивании результатов измерений методом наименьших квадратов подставляют в известные формулы измеренные величины. При необходимости учитывают их веса. Реже учитывают коррелируемость измерений между собой. Однако практически никогда не анализируют такую характеристику измерения как степень участия каждого измерения в выводе уравненного значения неизвестного. Ясно, что разные измерения оказывают разное влияние на уравненные величины. В [1] сформулированы понятия значимости и весомости измерения. Рассмотрим их более детально.

Значимость измерения с номером  $i$  выразим числом  $\Delta x_{i,j}$ , на которое изменится величина неизвестного с номером  $j$ , если свободный член  $l_i$  уравнения поправок параметрического способа уравнивания уменьшить на 1. Будем для простоты рассматривать равноточные и некоррелируемые измерения.

Так как зависимость  $x_j$  от  $l_i$  линейна, то  $\Delta x_{i,j}$  не зависит от  $l_i$ . Любое  $x_j$  равно 0, если все  $n$  значений  $l_i$  равны 0. Поэтому для  $j$ -го неизвестного будем иметь

$$x_j = -\sum_{i=1}^n (\Delta x_{i,j} \cdot l_i) = -[\Delta x_j \cdot l] \quad (1)$$

Формула тождественна формуле вычисления неизвестных с помощью элементов псевдообратной матрицы  $A^+$  по отношению к матрице  $A$  коэффициентов уравнений поправок. Примем только размер этой матрицы таким же  $n \times k$ , как и матрицы  $A$ , в отличие от общепринятого размера  $k \times n$  ( $k$  – число неизвестных). Отсюда следует, что значимость измерения равна соответствующему элементу матрицы  $A^+$ .

Заметим, что для случая  $n > k$  эту единственную матрицу  $A^+$  можно найти из  $A$  линейной комбинацией её столбцов при условии

$$A^T A^+ = E, \quad (2)$$

где  $E$  – единичная матрица.

И действительно, число условий (элементов)  $k^2$ , которое даёт матрица  $E$ , равно числу коэффициентов, на которые нужно перемножить  $k$  столбцов  $A$  для получения  $k$  столбцов  $A^+$ .

Установим понятие весомости  $\Delta P_{ij}$  измерения как долю веса  $P_j$  неизвестного, дающую это измерение. Причём сумма весомостей для всех измерений равна весу неизвестного

$$P_j = [\Delta P_j]. \quad (3)$$

Обратный вес неизвестного  $x_j$  можно найти по формуле средней квадратической погрешности функции измеренных величин как сумму квадратов коэффициентов в (1). Отсюда будем иметь

$$\frac{1}{P_j} = [\Delta x_j^2]. \quad (4)$$

Умножив числитель и знаменатель левой части равенства на  $P_j$

$$\frac{[\Delta P_j]}{P_j^2} = [\Delta x_j^2], \quad (5)$$

получим для отдельного слагаемого с индексом  $i$

$$\Delta P_{i,j} = \Delta x_{i,j}^2 \cdot P_j^2 = \frac{\Delta x_{i,j}^2}{[\Delta x_j^2]}. \quad (6)$$

Или обратный переход

$$\Delta x_{i,j} = \frac{\sqrt{\Delta P_{i,j}}}{P_j}. \quad (7)$$

Условимся для однозначности считать знак величины  $\sqrt{\Delta P_{i,j}}$ , совпадающим со знаком  $\Delta x_{i,j}$ .

По (6) можно вычислять весомости измерений, если их обработка производится обращением матрицы  $A$ . Если обращают матрицу нормальных уравнений  $N$ , то можно воспользоваться формулой

$$A^+ = AN^{-1}. \quad (8)$$

Формулу (4) тоже можно написать в матричной форме

$$Q_j = (A^+)^T A^+. \quad (9)$$

Подобную формулу с учётом весов измерений авторы [2] используют для оценки точности неизвестных на основе численного дифференцирования

$$Q = fQ_{\beta}f^T, \quad (10)$$

где  $f$  – матрица размером  $k \times n$  частных производных функции неизвестных по измеренным аргументам (величинам),  $Q_{\beta}$  – матрица весов измерений.

Частные производные функции неизвестных по измеренным аргументам (величинам) легко отыскиваются на ЭВМ. Для этого последовательно измеренные величины увеличивают на малую величину  $\Delta I$ , находят изменения вычисленных неизвестных  $\Delta x$  и по ним вычисляют производные

$$f_{i,j} = \frac{\Delta x_{i,j}}{\Delta I}. \quad (11)$$

Для функции уравненных значений неизвестных

$$F = q_1x_1 + q_2x_2 + \dots + q_kx_k \quad (12)$$

значимости  $\Delta F$  можно найти по формуле

$$\Delta F = A^+q, \quad (13)$$

где  $\Delta F$  и  $q$  – векторы-столбцы размеров  $n$  и  $k$  соответственно.

Отсюда находят и весомости измерений по (6). Вообще функцию  $F$  можно всегда подставить в уравнения поправок вместо любого неизвестного, например вспомогательного, и найти весомости для неё как для одного из неизвестных.

Приведём пример. Известна методика определения астрономического азимута по наблюдениям звёзд в меридиане для создания высокоточных эталонных направлений. В методике измеряют горизонтальные углы между звёздами вблизи меридиана и создаваемым эталонным направлением. Точно фиксируется время наведения на звезду. Звёзды выбирают на севере и юге на зенитных расстояниях от  $20^\circ$  до  $80^\circ$ . Измерения азимута выполняют в прямом и обратном направлениях. Обработку ведут методом наименьших квадратов. Единицей измерения служит азимут искомого направления, вычисленный по одной звезде. При уравнивании находят вначале вспомогательные величины: условные прямой и обратный азимуты, уклонения отвесной линии, по которым затем определяют одно основное неизвестное – прямой астрономический азимут.

В своё время у первого автора этой статьи появились сомнения в соблюдении выгоднейших условий наблюдений в данной методике. При анализе её и родились понятия значимости и весомости измерения. Для функции  $F$  уравненных значений неизвестных, которой является прямой астрономический азимут, выведены формулы для весомостей измерений в общем виде:

– для прямого азимута

$$\Delta F_1 = \left( \frac{2}{1 + 4\text{tg}^2\varphi} \sin z_i + \frac{4\text{tg}\varphi}{1 + 4\text{tg}^2\varphi} \cos z_i \right)^2; \quad (14)$$

– для обратного азимута

$$\Delta F_2 = \left( \frac{2}{1 + 4\text{tg}^2\varphi} \sin z_i \right)^2, \quad (15)$$

где  $\varphi$  – широта,  $z$  – зенитное расстояние звезды. Для южных звёзд зенитные расстояния отрицательны.

На рисунке 1 приведены графики весомостей в зависимости от зенитных расстояний звёзд для широты  $\varphi = 55^\circ$ . Используемые диапазоны зенитных расстояний выделены серым.



Из графиков видно, что южные звёзды дают небольшой вклад в конечный результат. Есть даже «холостые» измерения, имеющие нулевые весомости (в прямом азимуте при  $z = -70^\circ \div -80^\circ$ ). С другой стороны не наблюдаются близзенитные звёзды в прямом азимуте, которые могли бы дать максимальные весомости. Обратный азимут, хотя определяется по такой же методике, как и прямой, в функции  $F$  практически не содержится, хотя оба азимута уравниваются по формуле Лапласа. Отсюда видим, что в методике не соблюдаются выгоднейшие условия измерений.

Есть примеры и других методик измерений, которые проанализированы авторами статьи, где тоже нарушаются выгоднейшие условия измерений.

Предлагаемый анализ по значимости или весомости измерения может служить достаточно полезным инструментом для поиска выгоднейших условий в различных методиках, схемах измерений и оценки вклада каждого измерения в выводе уравненного значения неизвестных.

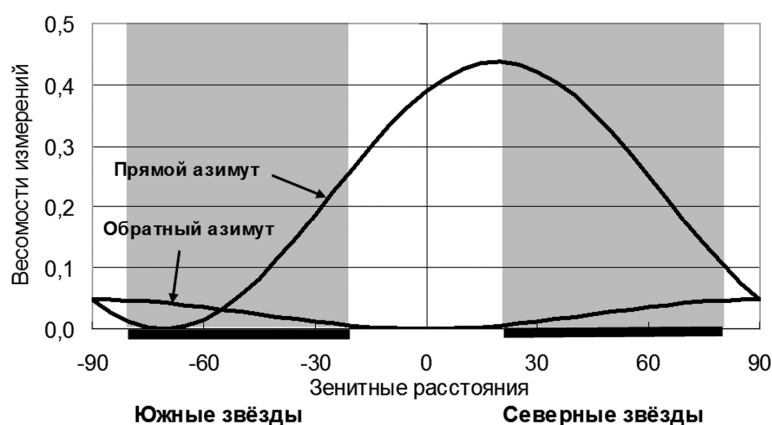


Рисунок 1 – Графики весомостей измерений

### Литература:

1. Желтко Ч.Н. Значимость и весомость измерений в методе наименьших квадратов. Геодезия и аэрофотосъёмка : Сборник научных трудов. – Ростов н/Д. : Рост. инж.-строит. ин-т, 1990. – С. 128–135.
2. Маркузе Ю.И., Голубев В.В. Теория математической обработки геодезических измерений : учебное пособие для вузов. 2010. – 247 с.

### References:

1. Zheltko Ch.N. Importance and availability of weight measurements in the least squares method. Geodesy and aerial photography : Collection of scientific papers. – Rostov on Don : Rost. engineer-building. Inst., 1990. – P. 128–135.
2. Marcuse U.I., Golubev V.V. The theory of mathematical processing geodesics measurements : textbook for universities. 2010. – 247 p.

УДК 528

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ КАДАСТРОВОЙ ОЦЕНКИ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ

### IMPROVED METHODS OF CADASTRAL VALUATION OF REAL ESTATE OBJECTS

**Сидоренко Марина Игоревна**

магистр кафедры кадастра и геоинженерии  
Кубанского государственного  
технологического университета  
Тел.: 8 (952) 811-77-38  
set@id-yug.com

**Осенняя Анна Витальевна**

кандидат технических наук,  
доцент кафедры кадастра и геоинженерии  
Кубанского государственного  
технологического университета  
Тел.: 8 (903) 453-22-67  
set@id-yug.com

**Аннотация.** Данная статья посвящена обзору проблем, возникающих при проведении кадастровой оценки объектов недвижимости.

**Ключевые слова:** кадастровая оценка, объект капитального строительства, земельный участок, рыночная стоимость, кадастровая стоимость.

**Sidorenko Marina Igorevna**

Postgraduate of cadastre and  
geo-engineering department  
Kuban State University of Technology  
Tel.: 8 (952) 811-77-38  
set@id-yug.com

**Osenniaia Anna Vitalyevna**

candidate of Technical Sciences docent of  
cadastre and geo-engineering department  
Kuban State University of Technology  
Tel.: 8 (903) 453-22-67  
set@id-yug.com

**Annotation.** This article reviews the problems encountered during the cadastral valuation of real estate.

**Keywords:** inventory estimates to capital construction, land, market value, the cadastral value.

Под кадастровой стоимостью понимается установленная в процессе государственной кадастровой оценки рыночная стоимость объекта недвижимости, определенная методами массовой оценки, или, при невозможности определения рыночной стоимости методами массовой оценки, рыночная стоимость, определенная индивидуально для конкретного объекта недвижимости в соответствии с законодательством об оценочной деятельности.

На современном этапе кадастровая стоимость земель является базой для расчета налоговых платежей, поэтому необходимость получения ее объективных величин не вызывает сомнения. Особенно важно обеспечить справедливость кадастровой оценки объектов недвижимости в населенных пунктах, так как в них находится большая доля налогоплательщиков. Наиболее актуальна указанная задача будет после введения в действие единого налога на недвижимость, который полностью заменит собой налог на имущество и земельный. В течение ближайших нескольких лет единый налог на недвижимость фактически будет включать в себя два налога – на землю и на здания, но при общем уровне ставок.

В настоящее время существуют методики массовой оценки земель населенных пунктов и сельскохозяйственного назначения, а также государственной кадастровой оценки жилых и нежилых зданий, утвержденные Роснедвижимостью в 2006–2007 годах. Законодательной основой процесса государственной кадастровой оценки недвижимости (в дальнейшем ГКОН) является Федеральный стандарт оценки № 4 «Об определении кадастровой стоимости» от 22.10.10 г. Согласно этому стандарту оценщик вправе выбирать методику для определения кадастровой стоимости самостоятельно, по собственному усмотрению, применяя при этом как массовые методы

оценки, так и индивидуальную оценку рыночной стоимости объектов недвижимости. Бесспорно, индивидуальная оценка приведет к более точному расчету стоимости, однако ее применение ограничено оспариванием кадастровой стоимости по отдельным объектам недвижимости. Если же рассматривать проблему определения кадастровой стоимости недвижимости в масштабах населенного пункта, то, несомненно, оценщикам придется применять методы массовой оценки.

Вместе с тем, даже при беглом рассмотрении существующих методик массовой оценки, а также организации кадастровой оценки недвижимости в населенных пунктах можно выявить целый ряд недостатков. К ним можно отнести: проблематичность сбора достаточной и достоверной рыночной информации о земельных участках и объектах капитального строительства; искажение рыночной информации при ее проверке; неполный учет всех факторов стоимости объектов недвижимости; длительность процедуры утверждения данных ГКОИ; неготовность государственных органов к введению налога на объекты капитального строительства на базе рассчитанной и утвержденной по существующей методике кадастровой стоимости.

На последнем стоит остановиться отдельно, так как в России в ближайшее время планируется введение единого налога на объекты недвижимости (объединены земельный участок и расположенные на нем объекты капитального строительства). Проблема заключается в том, что при применении методик определения кадастровой стоимости, утвержденных Роснедвижимостью для определения кадастровой стоимости земельного участка и объекта капитального строительства возникает такой неприятный момент как двойное налогообложение. Появляется оно в связи с тем, что методика определения кадастровой стоимости объектов капитального строительства является слепком с методики определения кадастровой стоимости земельных участков. Премущественность в методике кадастровой оценки должна сохраняться, однако нужно определиться, исходя из какой базовой стоимости должен быть исчислен налог на недвижимость. Логичным решением данной проблемы должно явиться появление методики кадастровой оценки, включающей в себя определение стоимости как земельного участка, так и расположенных на нем объектов капитального строительства.

Недоучет вышеизложенных проблем может привести, по-нашему мнению, к социальному конфликту между органами государственной власти и местного самоуправления с одной стороны и налогоплательщиками с другой стороны, которыми являются все работоспособные граждане нашей страны.

### **Литература:**

1. Федеральный Закон от 29.07.1998 № 135-ФЗ «Об оценочной деятельности в Российской Федерации».
2. Приказ Минэкономразвития России от 22.10.2010 № 508 «Об утверждении федерального стандарта оценки «Определение кадастровой стоимости (ФСО № 4)».
3. Приказ Минэкономразвития России от 12.08.2006 № 222 «Об утверждении Методических указаний по определению кадастровой стоимости вновь образуемых земельных участков и существующих земельных участков в случаях изменения категории земель, вида разрешенного использования или уточнения площади земельного участка».

### **References:**

1. Federal Law of 29.07.1998 № 135-FZ «On appraisal activities in the Russian Federation».
2. Order of Ministry of Economic Development of Russia from 22.10.2010 № 508 «On approval of the federal standard assessment" Determining the cadastral value (FSO number 4)».
3. Order of Ministry of Economic Development of Russia from 12.08.2006 № 222 «On approval of the Guidelines for the definition of the cadastral value of the newly formed land and existing land in cases of change of land category, the permitted use or refine the area of land».

УДК 504.06:556.166

## НАВОДНЕНИЯ В КРАСНОДАРСКОМ КРАЕ И РЕСПУБЛИКЕ АДЫГЕЯ<sup>1</sup>

### INUNDATIONS IN THE KRASNODAR REGION AND THE REPUBLIC OF ADYGEYA

#### **Магрицкий Дмитрий Владимирович**

кандидат географических наук,  
доцент кафедры гидрологии суши  
Московского государственного университета  
имени М.В. Ломоносова  
Тел.: 8 (495) 939-55-15, 8 (926) 573-92-20  
set@id-yug.com

#### **Самохин Михаил Алексеевич**

кандидат географических наук,  
научный сотрудник кафедры гидрологии суши  
Московского государственного университета  
имени М.В. Ломоносова  
Тел.: 8 (495) 939-15-33, 8 (916) 591-31-22  
set@id-yug.com

#### **Юмина Наталья Михайловна**

кандидат географических наук,  
научный сотрудник кафедры гидрологии суши  
Московского государственного университета  
имени М.В. Ломоносова  
Тел.: 8 (495) 939-15-33, 8 (916) 648-37-89

**Аннотация.** Статья содержит результаты комплексного анализа ситуации с наводнениями в Краснодарском крае и республике Адыгея. Среди основных и инновационных результатов многолетних исследований – перечень и ранжирование причин наводнений в регионе, закономерности распределения факторов по территории и пространственной изменчивости их главных характеристик, влияющих на вероятность возникновения, географию, время и масштабы наводнений. Во-вторых, понимание механизмов возникновения и развития наводнений, количественные оценки некоторых важных характеристик наводнений. В-третьих, районирование территории по факторам, составу и иерархии, характеристикам наводнений, выводы по тенденциям временной изменчивости ситуации с наводнениями, рекомендации по ее улучшению. В-четвертых, картографические обобщения выявленных пространственных закономерностей.

**Ключевые слова:** река, побережье, дельта реки, бассейн, паводки, половодье, наводнения, затопление, ливни, заторы, нагоны, ущерб, защитные меры.

#### **Magritsky Dmitry Vladimirovich**

Ph. D., Associated Professor of  
Department of Land Hydrology  
Lomonosov Moscow State University  
Tel.: 8 (495) 939-55-15, 8 (926) 573-92-20  
set@id-yug.com

#### **Samokhin Mikhail Alekseevich**

Ph. D., Researcher of Department of  
Land Hydrology  
Lomonosov Moscow State University  
Tel.: 8 (495) 939-15-33, 8 (916) 591-31-22  
set@id-yug.com

#### **Yumina Natalia Mikhailovna**

Ph. D., Researcher of Department of  
Land Hydrology  
Lomonosov Moscow State University  
Tel.: 8 (495) 939-15-33, 8 (916) 648-37-89

**Annotation.** The paper contains the results of complex analysis of the situation with inundations in the Krasnodar region and Republic of Adygeya. The main innovation results of long-term studies – identification of the main causes of inundations in the region, regularities of spatial distribution of factors on the territory and spatial variability of their main parameters, that affect the probability of occurrence, geography, data and magnitude of inundations. Secondly, it is the description of mechanisms of occurrence and progress of inundation, quantitative evaluation of some important characteristics of inundations. Thirdly, it is zoning of the territory by factors, structure and hierarchy, characteristics of inundations, conclusions on the long-term variability of the situation with inundations, recommendations about its improvement. Fourthly, cartographic generalizations of identified spatial regularities.

**Keywords:** river, seacoast, river delta, river basin, inundations, floods, high water, heavy rains, ice dams, storm surges, damage, protective measures.

<sup>1</sup> Исследования выполнены при финансовой поддержке Государственных контрактов №№ 11.G34.31.0007 и 14.515.11.0009; гранта РФФИ № 14-05-00949.

Юг России – уникальный регион в России по количеству опасных природных явлений. На Южный и Северо-Кавказский федеральные округа, составляющие по площади 3,4 % от территории России с населением 16,3 % от общего населения, приходится от 18 до 25 % всех опасных гидрометеорологических явлений (ОГМЯ), зафиксированных в России [3]. С 2002 по 2011 гг. на этой территории произошло 1337 ОГМЯ. Доля метеорологических опасных явлений составила 74 %, гидрологических – 14 %, агрометеорологических – 7 % и морских – 5 %.

Тем не менее, опасные гидрологические явления (ОГЯ), несмотря на существенно меньшую долю в сравнении с опасными метеорологическими явлениями, не уступают им по размеру наносимого ущерба (нередко превосходят) и уровню общественного резонанса. В первую очередь, речь идет о наводнениях – наиболее разрушительных, сопряженных с угрозой для здоровья и жизни населения ОГЯ. Подтверждением этих слов служат трагические события в Краснодарском крае и Адыгее летом 2002 г. и 2012 г. Под *наводнением* понимается затопление водой прилегающей к реке или водоему местности, которое причиняет материальный ущерб, наносит урон здоровью населения или приводит к гибели людей [14]. Более расширенное и с экологическим уклоном толкование этого понятия дано в [7]: «наводнение – это временное затопление территории, освоенной человеком для различных целей, вызывающее отрицательные последствия социально-экономического и экологического характера, выражающиеся в материальном и нематериальном ущербе». Затопление же водой земель, не сопровождающееся ущербом, можно считать лишь разливом вод реки или водоема. В то же время, *затоплением* называют образование свободной поверхности воды на участке территории в результате повышения уровня водотока, водоема или подземных вод [16].

Наиболее опасным административным субъектом на юге Европейской части России в плане повторяемости наводнений, их максимально возможного перечня по генетическим признакам, катастрофичности последствий является Краснодарский край и расположенная внутри него Республика Адыгея. Некоторые наводнения, такие как нагонное в 1969 г., стоково-заторное в январе 2002 г., стоковые в июне и августе 2002 г., летом 2012 г., относятся к категории выдающихся и даже катастрофических, а общее число наводнений за период с 1980 по 2013 год примерно в 3 раза превышает аналогичные характеристики Ставропольского края, республик Дагестан и Карачаево-Черкесская и еще больше показатели других административных субъектов Северного Кавказа.

Несмотря на эти факты, комплексных работ по изучению региональной ситуации с наводнениями, их опасности, установлению их факторов, пространственно-временных особенностей и закономерностей изменения их основных характеристик, эффективности применяющихся мер борьбы практически нет. Некоторым исключением можно считать «**Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций Южного Федерального округа**» [2], в котором главным образом в форме карт, табличных данных и диаграмм дается общая характеристика опасности территорий ЮФО и СКФО со стороны основных опасных природных явлений и процессов. В то же время публикаций по отдельным случаям резонансных наводнений на текущий момент довольно много [5, 11, 12, 15, 17 и др.]. Собранные авторами сведения и многолетние исследования, количественная, графическая и картографическая интерпретация результатов исследований позволяют этот пробел в значительной мере ликвидировать.

**Исходные данные и методы исследования.** Информационной основой для столь масштабных исследований, в первую очередь, были созданные авторами электронные базы разнообразных данных (БД).

Это, во-первых, база данных гидрологических наблюдений (за уровнями и расходами воды, ледовыми явлениями; с дискретностью от суток до месяца и года) на сети постов Росгидромета за период с 1920-х гг. по 2012 г. Всего были использованы данные по 164 гидрологическим постам (ГП).

Во-вторых, это уникальные базы данных по самим наводнениям – «Наводнения в устьях рек Европейской территории России» (включает свыше 1000 событий; свидетельство № 2013620332 от 21.02.2013 г.; авторы БД – Алексеевский Н.И., Магрицкий Д.В.,

Юмина Н.М., Айбулатов Д.Н., Ретеюм К.Ф., Лебедева С.В.; <http://www.nral.org/>) и «Наводнения на Северном Кавказе» (включает 540 событий; свидетельство № 2013621138 от 12.09.2013 г.; авторы БД – Магрицкий Д.В., Юмина Н.М., Ретеюм К.Ф.). В них собраны и систематизированы многочисленные и разнообразные сведения о происходивших в прошлом на указанных (в названии БД) территориях наводнениях, их причинах, последствиях и другие материалы [1].

В-третьих, это база данных по критическим высотным отметкам на участках гидрологических постов и в населенных пунктах, подъем уровня воды выше которых приводит к неблагоприятным (НЯ) и опасным (ОЯ) последствиям, экономическим и социальным ущербам.

Дополнительно были использованы:

1) данные экспедиционных исследований, проводившимися географическим факультетом МГУ в отдельных районах Краснодарского края в 2001–2012 гг., в том числе с участием авторов статьи;

2) данные высокочастотных уровенных наблюдений на 150 пунктах Автоматизированной системы мониторинга паводковой ситуации рек и водоемов (заказчик – Министерство ГО и ЧС Краснодарского края), созданной в 2012–2013 гг., и любезно предоставленные компанией «Гипроком»;

3) архивные материалы различных ведомств и организаций, публикации авторов и другие литературные источники, включая справочные издания из серии Ресурсы поверхностных вод и Государственный водный кадастр, гидрографические описания, данные интернет-изданий, ресурсы Google earth и крупномасштабные картографические материалы (М 1:10 000, 25 000).

В процессе исследований были применены следующие основные методы и подходы:

1) отбора и комплектации в соответствующие БД разнообразной информации;

2) полевых измерений;

3) статистические методы обработки гидрологической информации с осреднением исследуемых характеристик за характерные временные периоды и по однородным районам, с построением кривых расходов и обеспеченностей, обоснованием и построением различных эмпирических зависимостей (например, между гидрологическими величинами и их физико-географическими предикторами, между характеристиками наводнений и гидрологическими характеристиками и т.п.), с проверкой рядов на соответствие основным статистическим гипотезам и др.;

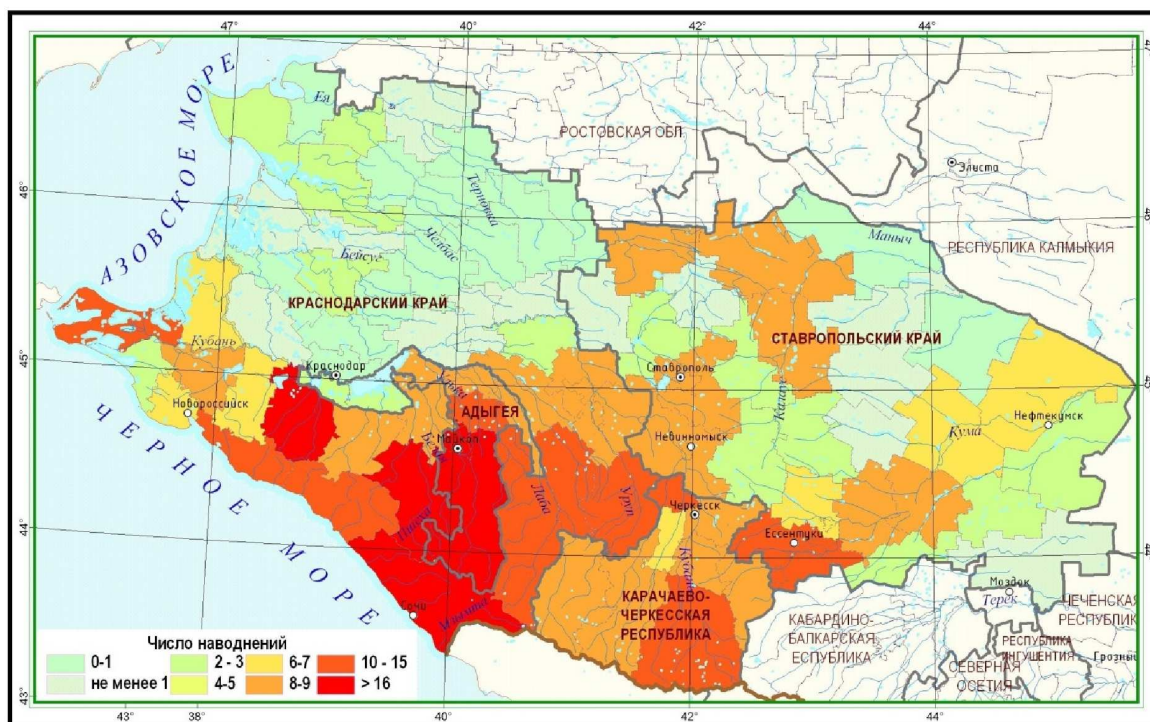
4) ГИС-инструменты, методы анализа и визуализации пространственно распределенной информации;

5) метод географических и, в частности, картографических обобщений (в виде уникальных, построенных впервые многочисленных карт), кластеризации данных и выделения однородных по рассматриваемым характеристикам районов и участков (речных, на морском побережье).

**Факторы и общие пространственно-временные закономерности возникновения наводнений в регионе.** Как свидетельствуют результаты исследования, в Краснодарском крае и Республике Адыгея доминируют (по повторяемости, географическому охвату, масштабам последствий) стоковые наводнения, сопровождающие аномально высокие половодья и паводки, сбросы воды из водохранилищ, прорывы прудов и завальных озер. Следом идут наводнения локально-ливневого генезиса, стоково-заторные и нагонные. Первые вызываются локальными и интенсивными дождевыми осадками (главным образом над урбанизированными территориями) и сопровождающимися их мощными склоновыми потоками, «оживлением» временных водотоков и проблемами работы городской канализации; вторые – одновременным прохождением высоких паводков (или волны половодья) и формированием в речных руслах заторов льда или мощных зажоров; третьи – морскими штормовыми нагонами.

Минимальное число стоковых, смешанного типа и локально-ливневых наводнений характерно для районов равнинных и засушливых (к северу от р.Кубани), в пределах которых редка сеть постоянных водотоков, а имеющиеся реки сильно зарегулированы и

имеют максимальный сток, главным образом, лишь во время короткого весеннего половодья (рис. 1). Их число и опасность возрастают в предгорной зоне, достигая максимума на юге Краснодарского края и в Адыгее, как результат усложнения в этом направлении орографии и гидрографии местности, изменения водного режима рек (при существенном увеличении доли дождевого стока, числа и мощности дождевых паводков), режима и количества атмосферных осадков и, в целом, увеличения числа факторов наводнений.



**Рисунок 1 – Районирование Краснодарского и Ставропольского краев, республик Адыгея и Карачаево-Черкесской по числу наводнений стокового, стоково-заторного и локально ливневого генезиса за период с 1980 по 2013 гг.**

Морские побережья Краснодарского края подвержены воздействию морских нагонов и штормовых нагонных накатов (рис. 2), а побережье Черного моря считается еще и потенциально цунамиопасным.

Наводнениям в Краснодарском крае присуща не только пространственная неоднородность, но и временная изменчивость. В последние 15 лет общее число наводнений увеличилось на 25 %, по сравнению с первой половиной периода 1980–2013 гг. Если же суммировать все наводнения на Северном Кавказе и изучить многолетний ход их числа, то окажется, что он имеет некоторую цикличность с продолжительностью циклов около 5–8 лет. Эта закономерность предполагает следующее серьезное осложнение ситуации с наводнениями в регионе в ближайшей перспективе.

Состав факторов, пространственно-временные закономерности наводнений, величина и структура вызываемых ими ущербов и другие признаки позволяют разделить Краснодарский край и Адыгею на несколько крупных секторов – Восточное Приазовье, бассейн р. Кубани и Черноморское побережье. Каждый из секторов, особенно бассейн р. Кубани, может быть разделен на несколько однородных районов и подрайонов.

**Особенности наводнений в Восточном Приазовье.** В условно-естественный период в этой части Краснодарского края доминировали стоковые наводнения. К настоящему времени ситуация значительно изменилась, но не во всех районах одинаковым образом.

В Восточном Приазовье следует отдельно, во-первых, рассматривать морское побережье и лиманные устья Еи, Челбаса и Бейсуга, подверженные воздействию опасных морских нагонов и штормовых накатов (рис. 2). Они вызываются сильными

западными и северо-западными ветрами. Большой ущерб, в том числе с человеческими жертвами, морские нагоны наносят г. Ейску и Ейской косе. Наиболее тяжелые последствия имели нагонные наводнения в 1831, 1892, 1914 и 1969 гг. Последний крупный нагон произошел в марте 2013 г. Особым подрайоном являются устья рр. Ея, Челбас и Бейсуг. Это обширные заболоченные территории (плавни), периодические затопляемые речными (во время половодья) и морскими (во время штормовых нагонов) водами. В устье р. Ея нагоны способствуют проникновению в реку морских солоноватых вод из Ейского лимана (на расстояние около 8 км) и вызывает подъем воды у ст. Старощербиновской почти до 1 м [4].



Рисунок 2 – Районирование территории Краснодарского края по числу нагонных наводнений за период 1980–2013 гг.

Второй участок – это долины рр. Ея, Бейсуг, Челбас, Кирпили и их притоков. Здесь до недавнего времени основную угрозу представляли стоковые и стоково-заторные затопления во время весеннего половодья. В 1745, 1783, 1809, 1859, 1877, 1888, 1898 и 1920 гг. таким наводнениям (значительным) подверглись станицы Кушевская, Брюховецкая, Тимашевская и др. Половодье здесь сравнительно непродолжительное и проходит обычно в марте. Оно отличается резким и кратковременным подъемом, достигающим максимума за 4–5 дней. На пике половодья максимальная высота подъема уровня над меженным варьирует от 1–2 м у большинства рек до 3–4 м в нижнем течении рр. Ея и Куго-Ея (рис. 3). Это сравнительно немного, поскольку высота берегов на многих участках выше. Например, в среднем течении р. Бейсуг высота берегов 7–8 м, ниже по течению берега понижаются 5–6 м [4]. В последние десятилетия максимальная высота подъема уровня меньше в 2–3 раза. Во время половодья речные воды могут затопить пойму (обычно глубиной не более 0,5–1,5 м (до 40 % общей протяженности); а на некоторых участках р. Ея – возможно, до 1–3 м) (рис. 4), и уровень может даже достичь неблагоприятных и опасных отметок. Из-за отсутствия надежных данных об этом можно говорить лишь с определенной степенью уверенности и достоверности. Затопление поймы обычно кратковременно, например, от 2 до 5 дней в районе ст. Дядьковской (р. Бейсуг).



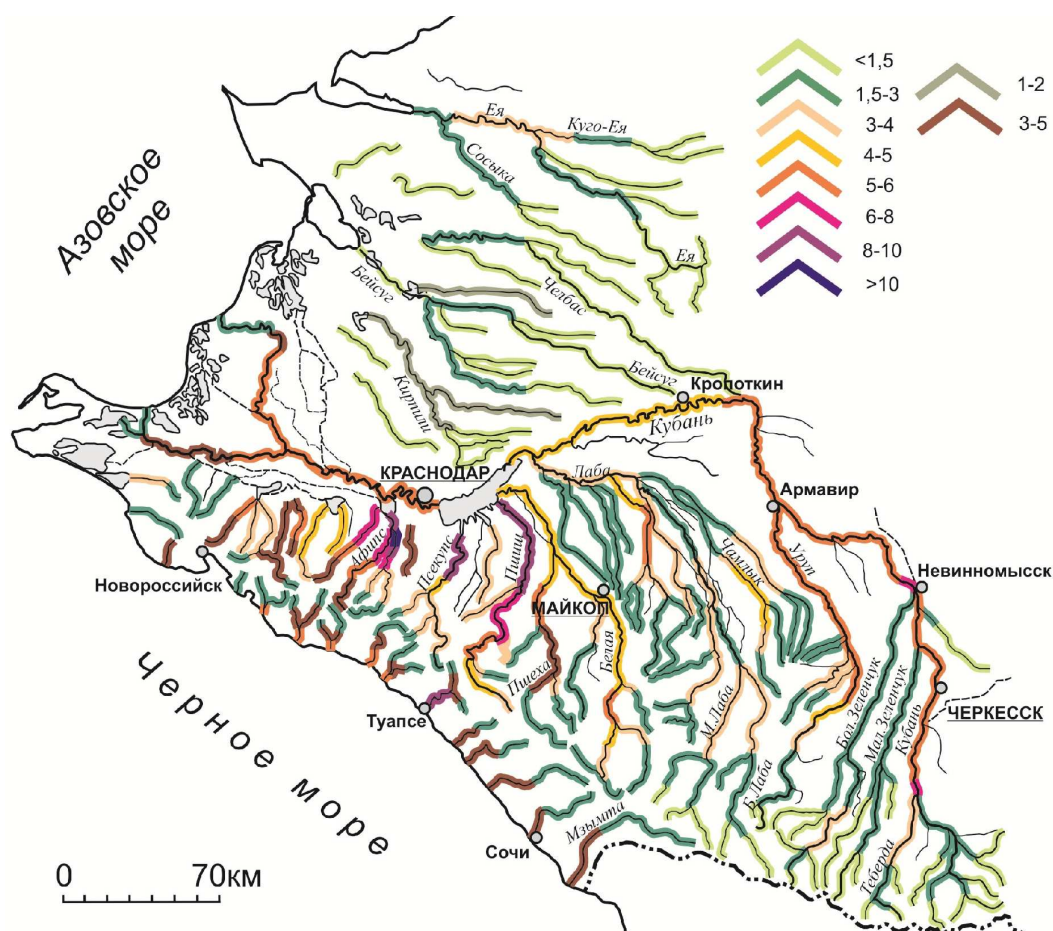


Рисунок 3 – Карта максимально возможного повышения уровня воды (над меженным уровнем) в реках Краснодарского края, республик Адыгея и Карачаево-Черкесской

В настоящее время рассматриваемые реки и их притоки зарегулированы многочисленными гидротехническими сооружениями (плотинами прудов и небольших водохранилищ, мостовыми переходами и переездами). Только в бассейне р. Ея насчитывается 732 таких сооружений; на р.Челбас и ее притоках – 365 пруда; реки бассейна р. Бейсуг перегорожены 295 дамбами; на реках бассейна р. Кирпили – 363 перегородивающих сооружения (из Отчета Кубанского ГАУ по ГК №11587; с. 53–55). Единственное, что угрожает социально-хозяйственным объектам и сельхозугодьям вдоль этих рек – это стоковые затопления и наводнения вследствие стихийного прорыва плотин прудов и небольших водохранилищ на реках. Вероятность этого высока ввиду плохого состояния плотин, отсутствия у некоторых из них сбросных сооружений, сильного зарастания и заиления искусственных водоемов (кое-где слой ила достигает 5–7 м) и др. Чтобы этого не произошло, весной организуются регулируемые прораны в плотинах, но не всегда успешно. В результате формируются волны прорыва и подтапливаются на р. Бейсуг и р. Левый Бейсужек станицы Брюховецкая и Переясловская, пос.Киновия, хут. Лиманский, ст. Дядьковская и др., на р. Челбас – станица Новодеревяновская, населенные пункты Кубанская степь и Калинино, а также сельхозугодья. На р. Кирпили в зоне риска находятся прибрежные территории г.Тимашевска, пос.Медведовское, на р. Ее – ст. Кушевская. Ширина полосы затопления невелика – от нескольких десятков до сотен метров. В случае неконтролируемого прорыва плотины, что объективно возможно в силу вышеуказанных причин, зона затопления и масштабы ущерба будут существенно больше. Последнее крупное стоковое наводнение естественно-антропогенного происхождения было в марте 1998 г. Тем не менее, ввиду большой высоты берегов и защищенности ряда пунктов дамбами протяженность опасных участков существенно меньше (менее 1/3) протяженности безопасных (рис. 4).

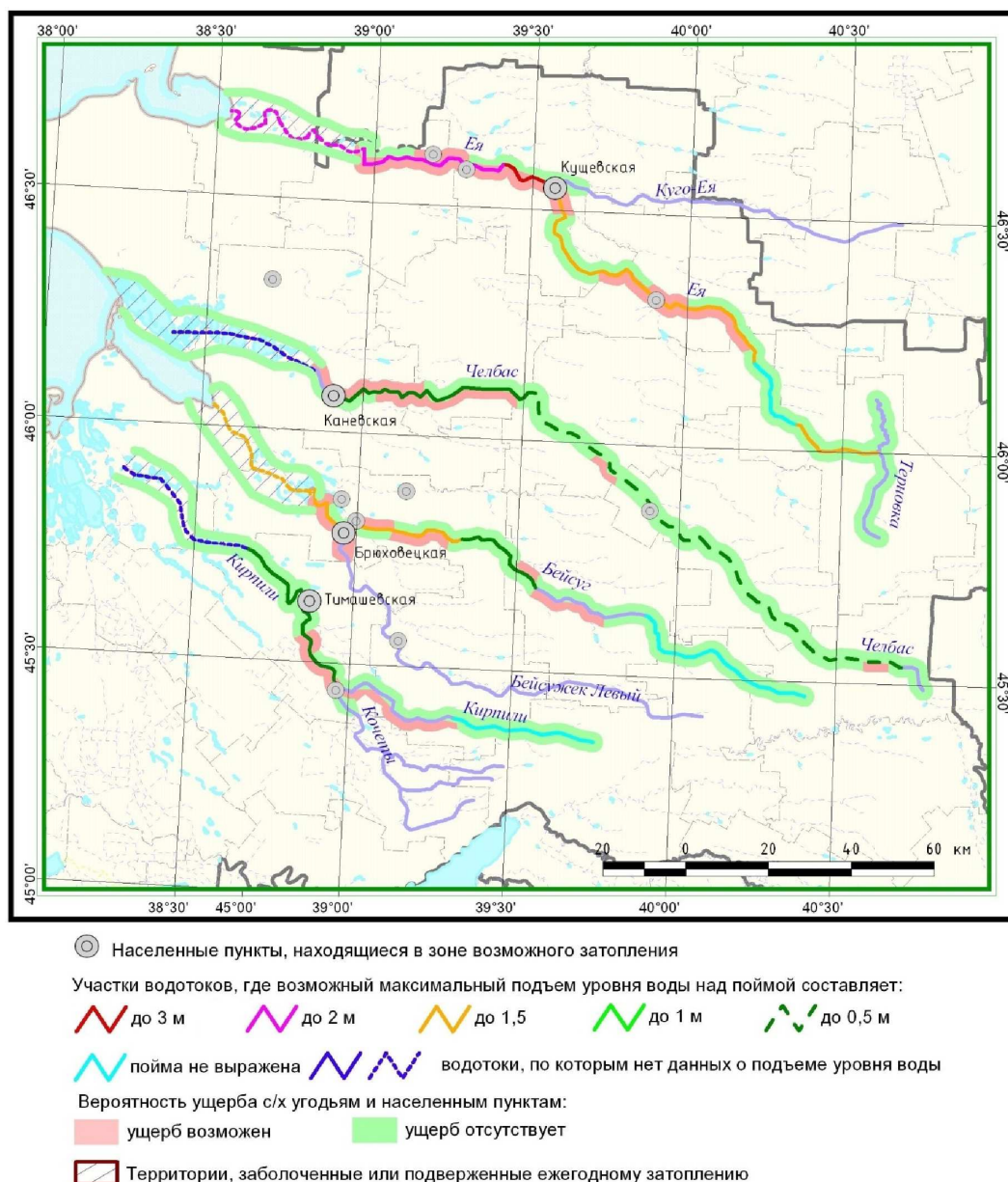


Рисунок 4 – Карта опасности затоплений речной поймы и риска ущерба сельскохозяйственным угодьям и населенным пунктам в Восточном Приазовье (Краснодарский край)

Третий фактор затопления – локальные ливневые осадки и быстрое таяние снежного покрова. В условиях малых уклонов местности, несовершенной ливневой канализации в населенных пунктах, в случае замерзшей почвы, при высоком стоянии уровней подземных вод они могут приводить к затоплению отдельных сельскохозяйственных угодий (на междуречье) и урбанизированных территорий. Так, было в июне 1993 г. (Староминский район), июле 2003 г. (Ейский район), июле 2013 г. (Кореновский и Динский районы).

В целом, в настоящее время, это самый безопасный в плане наводнений сектор Краснодарского края. Это предусматривают в отношении данной территории ограниченный перечень мероприятий по снижению рисков наводнений. В первую очередь он должен включать меры по защите г. Ейска от нагонных наводнений, реконструкцию гидротехнических сооружений на реках и защитных дамб в районах населенных пунктов и на уязвимых участках.

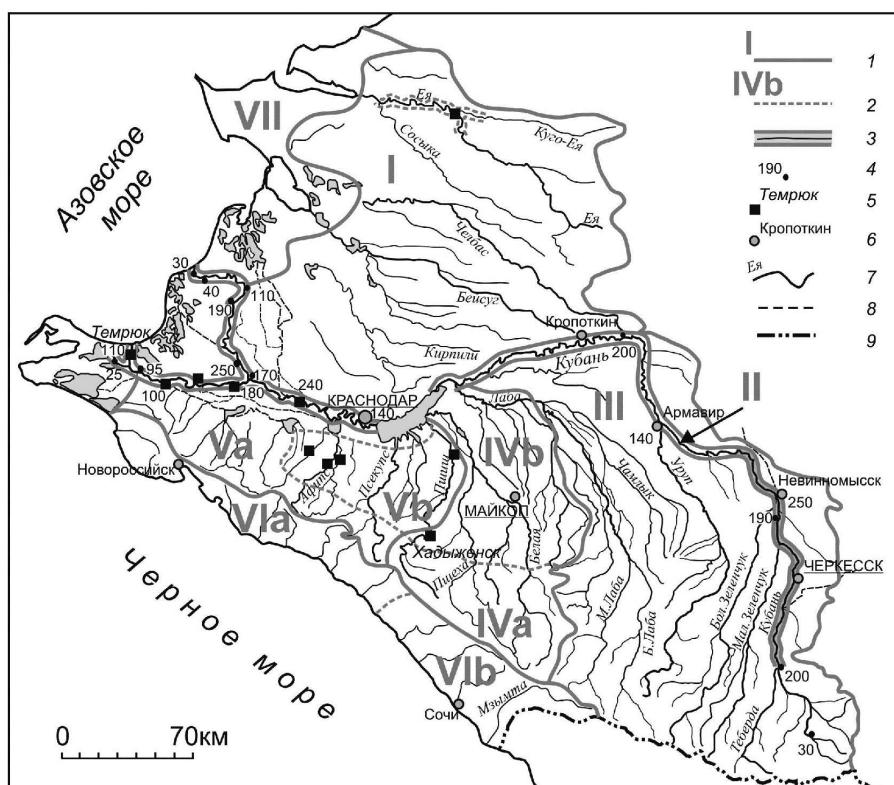
**Особенности наводнений в бассейне Кубани.** В бассейне р. Кубани наводнения – практически ежегодные события (рис. 1, 2) в силу максимально возможного

перечня действующих здесь факторов и их высокой интенсивности. Бассейну присущи наводнения стоковые (во время половодья, дождевых и оттепельных паводков, одновременно паводков и половодья, аномально высоких сбросов из искусственных водоемов или их прорыва), стоково-заторные, стоково-морфодинамические, нагонные, локально ливневого генезиса, подтопления; естественного и естественно-антропогенного происхождения; во все месяцы и сезоны года [6, 10, 11]. Согласно данным Г.А. Галкина, за 275-летний период (с 1700 по 1975 г.) больше всего наводнений в бассейне, упоминающихся в различных литературных источниках, было вызвано суммарным воздействием катастрофических дождевых паводков и аномально высокого половодья, обусловленного интенсивным таянием ледников. Следующие по повторяемости – это стоково-заторные наводнения (2-е место), стоковые наводнения во время прохождения катастрофических дождевых паводков (3), интенсивного таяния сезонных снегов в результате резкой оттепели и дождей (4), аномально высокого половодья, обусловленного интенсивным таянием ледников (5), и нагонные (6). Локально-ливневого генезиса наводнения в этой работе не рассматривались. Чаще всего наводнения случались с марта по август, т.е. основным условием их возникновения все же был максимальный речной сток во время половодья и паводков и весной – опасные ледовые явления.

Несмотря на большое общее число наводнений, их разнообразие (по величине и происхождению), ущербу от них, бассейн р.Кубани явно неоднороден по набору и интенсивности их факторов и, главное, уровню угрозы (рис. 1, 2). В бассейне Кубани можно выделить около 4-х гидрологических районов однородных по условиям формирования, генетической структуре и характеристикам наводнений. Пятый район объединяет разобщенные территории с временными и искусственными водотоками, или их отсутствием, в равнинной части бассейна. Каждый из районов предполагает свой набор исходных данных, методов изучения и прогноза наводнений, мер по их предотвращению или минимизации ущерба, свой характер гидрометеорологического мониторинга, объем финансирования на противопаводковые мероприятия и др.

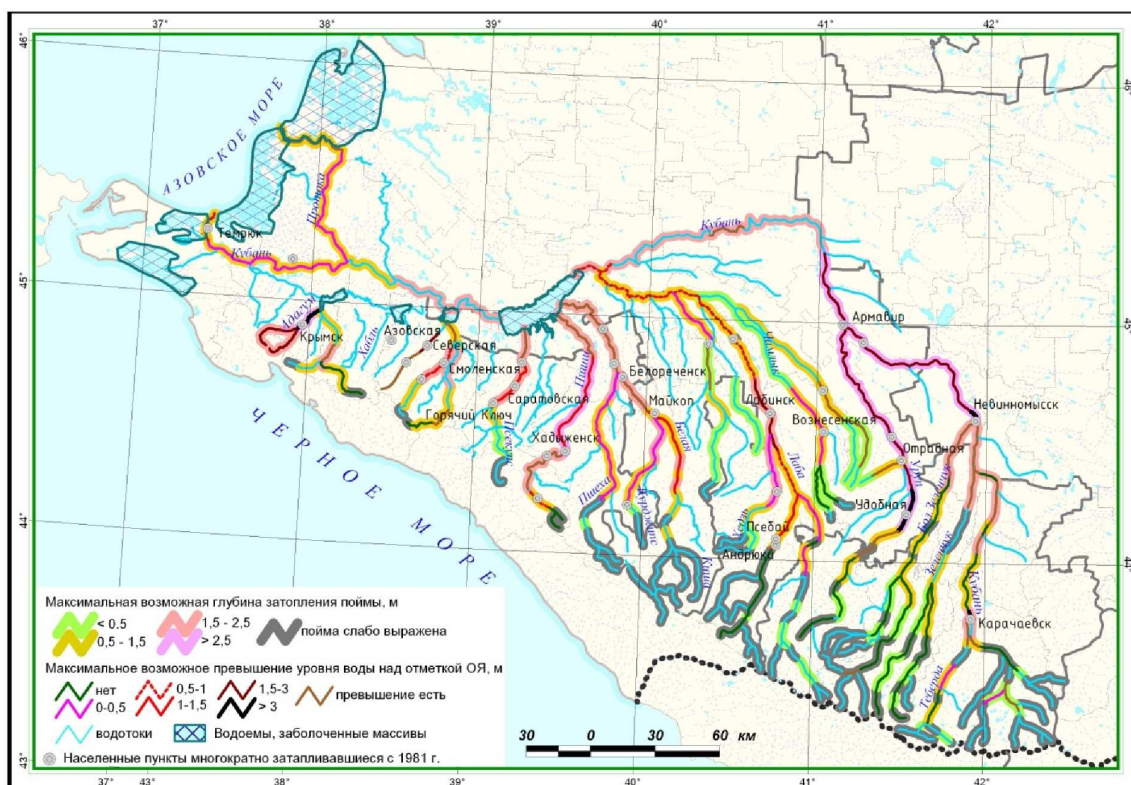
Первый район – это высокогорная часть бассейна р.Кубани (верховья главной реки, ее притоков – Урупа, Лабы и Белой) с абсолютными высотами свыше 1000 м. В реках района максимальный сток формируется во время таяния ледников и высокогорных снежников. Увеличение расходов и рост уровней воды происходит с апреля по июль, далее – спад. Дождевых паводков во время весенне-летнего половодья насчитывается в среднем до 3–5. Зимой паводки бывают, но редко. Максимально возможный подъем уровня воды  $\Delta H_{\text{макс}}$  имеет сравнительно небольшую величину и составляет в среднем 1–4 м (рис. 3).  $\Delta H_{\text{макс}}$ , являясь функцией размера, водности и (для горных районов) высотного положения реки, типа и строения русла, речной поймы и в определенной мере отражает степень потенциальной гидрологической опасности на речном участке. Наибольший подъем, превысивший 6 м, зафиксирован в г. Карачаевске в 2002 г. Иногда, в холодное время года, резкий подъем уровня воды включает и заторно-заторную подпорную составляющую. В высокогорной части района III и в районе IVa (рис. 5), в которые попадает рассматриваемый 1-й район и которые различаются между собой характером заторно-заторных явлений, это в среднем 0,5–1 м. Причем заторные подъемы уровня по величине обычно превышают заторные в 2–3 раза. Общая повторяемость заторно-заторных явлений от 20 до 40 % [9].

На тех речных участках 1-го района, где есть пойма, ее затопление возможно слоем не более 1,5 м (рис. 6). На ряде участков возможны опасные затопления, т.е. с превышением максимальным уровнем воды в реке  $H_{\text{макс}}$  отметок неблагоприятного (НЯ) и даже опасного явления (ОЯ). Но, в целом, опасность и величина наводнений в этом районе мала в силу умеренных характеристик максимального стока и опасных ледовых явлений, морфологических ограничений (отсутствия поймы, или ее малых размеров), малой плотности и сравнительно безопасного расположения населенных пунктов, производственных объектов, сельхозугодий. Это территория, где главную опасность создают сели, обвалы, лавины, а также возможны прорывы завальных озер.



**Рисунок 5 – Карта-схема опасности заторно-зажорных явлений:**

- 1 – границы районов, различающихся по характеру заторно-зажорных явлений;
- 2 – границы подрайонов;
- 3 – участок р. Кубани с преобладанием зажорных явлений;
- 4 – величина наибольшего заторно-зажорного подъема уровня в р. Кубани;
- 5 – населенные пункты, подвергавшиеся стоково-заторным затоплениям;
- 6 – крупные населенные пункты;
- 7 – реки;
- 8 – каналы;
- 9 – государственная граница



**Рисунок 6 – Карта опасности затоплений речной поймы и превышения отметки опасного явления в кубанском секторе Краснодарского края, в республиках Адыгея и Карачаево-Черкесской**

Второй район включает часть верхнего и среднее течение Кубани, средние и нижние участки водосборов рр. Урупа, Лабы и Белой (без р. Пшеха). Это очень неоднородный по своему строению и водному режиму рек район, который в силу дефицита данных пока не поддается более дробному делению. Но его отличительная черта – наводнения главным образом в весенне-летний период вследствие критического повышения уровня во время половодья и дождевых паводков. Причем с востока на запад роль дождевых паводков возрастает. Величина  $\Delta H_{\text{макс}}$ , в сравнении с 1-м районом, больше и изменяется в большем диапазоне – от 2 до 6 м (рис. 3). Наивысший подъем зафиксирован летом 2002 г. в г. Невинномысске и составил почти 7 м.

Максимальные заторно-зажорные подъемы уровня достигают 2,5–2,9 м (на многих створах – от 1 до 2 м). Причем по своим характеристикам в восточной части преобладают зажоры, а в западной – как зажоры, так заторы (рис. 5). В отдельные годы наиболее мощные из зажоров приводят к длительным (поскольку зажоры, в отличие от заторов, могут существовать от нескольких суток до месяца и более) осенним разливам речных вод на освоенных территориях и их последующему замерзанию. Повторяемость заторно-зажорных явлений уменьшается в западном направлении – от 30–60 % (в естественных условиях) до 20–40 % [9]. На р. Белой ниже ГЭС частота заторно-зажорных явлений в зарегулированных условиях увеличилась. Тогда как ввод в эксплуатацию Невинномысского гидроузла привел, наоборот, к уменьшению повторяемости заторов и зажоров на ниже расположенном участке р. Кубани.

Во время высокого половодья и паводков пойма затопляется на глубину от 0,5 до 2,5 м (рис. 6). Вдоль р. Уруп (примерно от ст. Удобная до устья) и р. Кубани (примерно от хут. Дегтяревский до пос. Темижбекский) глубина затопления поймы на ряде участков может превысить 2,5 м. Максимальная ширина затопления регулируется размерами поймы, которая варьирует от нескольких сотен метров до 2–4 км. Много участков, где  $H_{\text{макс}}$  превышает отметки НЯ и даже ОЯ. Неудивительно, что во втором районе много подверженных опасному воздействию речных вод населенных пунктов, производственных и инфраструктурных объектов, сельскохозяйственных земель. Доминируют явно стоковые наводнения. Самое катастрофическое из них было в июне–июле 2002 г.

Осложняют ситуацию с наводнениями в рассматриваемом районе:

- 1) большой сток наносов рек, их интенсивная аккумуляция в русле и в итоге повышение отметок дна и уменьшение площади поперечных сечений русел;
- 2) высокая плотность населения и размещения хозяйственных объектов, степень сельскохозяйственного освоения территории;
- 3) потенциальная опасность прорыва плотин нескольких крупных искусственных водоемов. Так, реальная угроза такого прорыва существовала у плотин Усть-Джегутинского и Невинномысского гидроузлов летом 2002 г., которые не были рассчитаны на пропуск фиксируемого в тот момент аномально высокого максимального расхода воды  $Q_{\text{макс}}$ .

Часть наводнений в этом и остальных районах в той или иной мере связана с выпадением в районе населенных пунктов ливневых осадков и неподготовленностью ливневой канализации.

В борьбе с опасными затоплениями особую важность в этом районе здесь имеют обвалование и углубление речных русел, укрепление берегов, регулирование максимального стока, совершенствование систем гидрометеорологического мониторинга, прогноза паводков, раннего предупреждения о них и эвакуации населения, др.

В третьем районе – бассейнах левобережных притоков р. Кубани к западу от р. Белой – основную опасность формируют частые и порой катастрофические по своим последствиям стоковые и стоково-заторные наводнения. Причем стоковые наводнения могут возникать в любое время года. Последнее из них было в июле 2012 г. в долине р. Адагум и нанесло колоссальный ущерб г. Крымску и его жителям [15]. Значительный ущерб вызывают также локальные ливневые наводнения.

Опасные подъемы уровня воды, которые достигают на реках этого района максимальных в бассейне Кубани величин – 3–10 м и даже выше (рис. 3), сопровождаются высокими дождевыми и оттепельными паводками. Некоторые из паводков вызываются

обильными осадками при быстром прорыве влагонесущих воздушных масс по направлению Новороссийск (Геленджик) → бассейн р. Адагум (пример, июль 2012 г.), Туапсе → бассейн рр. Пшиш и Псекупс (пример, 1991 г., 2010 г.).

На рр. Афипс (ст. Смоленская), Шебш (ст. Новодмитриевская) и Убин (ст. Северская) значительная часть известных наводнений наблюдалась во время зимних паводков и вследствие образования заторов льда. Заторные повышения уровня в р. Афипс достигают наибольшей в регионе величины – 2,5–4,5 м. Для предотвращения таких наводнений в ст. Смоленская построен отводящий канал (на 37-м км), начинающий работать при уровне 670 см. Высокие заторно-зажорные подъемы уровня воды и наводнения характерны и для р. Пшиш. Так, в г. Хадыженск максимальный заторный подъем уровня составил почти 4 м, зажорный 3,3 м. В 1956 г. по этой причине произошло наводнение, причинившее значительный ущерб.

Но ситуация с наводнениями в четвертом районе все же пространственно неодинакова, несмотря на схожесть водного режима его рек, орографических условий, одинаковый перечень факторов. Его следует делить на 2 подрайона – восточный (от р. Пшиш до р. Убин) и западный (от р. Иль до дельты р. Кубани). Именно восточный подрайон признается самым опасным по повторяемости и магнитуде наводнений. Причины – большие размеры и большая водность рек, большая активность факторов наводнений и размер их воздействия.

Особый район (4-й) в бассейне р. Кубани формирует ее уникальная дельта. Причин затоплений в дельте Кубани особенно много, и они уже не раз приводили к крупным наводнениям [6, 13]. Последнее масштабное наводнение было зимой 2001–2002 г. За последние 100 лет чаще всего наводнения в дельте Кубани случались во время зимних паводков и одновременно заторов льда (~50–60 %). Следом по повторяемости идут наводнения стоковые (~35–45 %) и нагонные (~10 %). Достоверной статистики по локальным ливневым затоплениям нет, хотя в условиях малых уклонов, высокого стояния грунтовых вод и отгороженности водных объектов от остальной территории дамбами кратковременные, но интенсивные ливни могут приводить в дельте к серьезному ущербу. За последние 15 лет они случались в 1997, 1998, 2003, 2012 и 2013 гг.

Разливы речных вод, в том числе опасные, с трансформацией в наводнения, могут происходить в дельте в любой сезон, поскольку критические  $Q_{\text{макс}}$  могут сопутствовать весенне-летнему половодью, дождевым и оттепельным паводкам и поэтому проходить в любое время года. Особенно часто  $Q_{\text{макс}}$  фиксировались в вершине дельты до 1972 г. в марте (13 %), в мае–июле (54 %), в декабре (11 %) и реже всего в сентябре (< 1 %). В зимний период (по сути, в любой месяц с декабря по март ввиду неустойчивости ледостава) критический максимальный уровень во время паводков может формироваться не только за счет стоковой составляющей, но и значительной заторной (рис. 5). В дельте, как нигде на р. Кубани, много затороопасных участков [6]. Внутригодовое распределение стоково-заторных затоплений хорошо соотносится с распределением в этот период года числа заторов в дельте.

В многолетнем плане речные наводнения в низовьях и дельте Кубани с большей вероятностью приходятся на многоводные годы, хотя связь между годовым стоком и  $Q_{\text{макс}}$  неочевидна ( $r \sim 0,6$ ). Однако, если за средний многолетний расход воды в 1700–2005 гг. на ГП Краснодар принять 435 м<sup>3</sup>/с, то на годы с  $Q_i > Q_{\text{ср}}$  приходится 51 из 66 известных из литературы случаев наводнений, т.е. 77 % [6, 10]. В целом небольшие наводнения могли случаться в дельте (в естественных условиях) 1 раз в 1,5–2 года. Выдающиеся наводнения, такие как в 1769, 1790, 1845, 1856, 1880, 1889, 1915 и 1956 – 3–4 раза за столетие. Катастрофические наводнения, как в 1709, 1789, 1795, 1877, 1932 и 2002 гг. – 1–2 раза за столетие и реже

Во второй половине XX в. и начале XXI в. число речных наводнений в дельте уменьшилось и особенно мало их стало с 1970-х гг. [6, 13]. Существенно уменьшилась повторяемость, продолжительность и глубина затопления междумбовой поймы (например, в на участке г. Славянск-на-Кубани соответственно с 70 до 3 %, с 10 до 3 сут., с 0,4 до 0,2 м, а максимальная глубина с 1,1 до 0,2 м), а стоковых наводнений вообще больше не было, хотя в бассейне Кубани в 1980, 1989, 1992 и особенно в 2002 г. они нанесли огромный ущерб. Это произошло благодаря масштабному облыванию речных русел (их длина ~650 км); периодически проводимым дноуглубитель-

ным работам и расчистке русел; регулирующей деятельности противопаводковых водохранилищ; интенсификации эрозионных процессов (особенно после сооружения Краснодарского водохранилища) и понижению уровней воды в реке и рукавах

Одновременно отмечено климатически обусловленное и под влиянием антропогенных факторов смягчение ледовых условий. Так, в 2,5 раза сократилась длительность периода с ледовыми явлениями и в 3 раза с ледоставом; чаще стали отмечаться годы с отсутствием ледостава (в 50 % случаев), шугохода и ледохода; примерно в 1,5 раза уменьшилась максимальная толщина льда; с 83 до 59 % (в целом для дельты и за годы с ледовыми явлениями) сократилась повторяемость заторобразования. Несмотря на это, а также выше упомянутые мероприятия и процессы, борьбу непосредственно с заторами, искусственное ослабление и разрушение ледяного покрова и другие меры, стоково-заторные наводнения по-прежнему периодически возникают – в 1985, 1996 и 2002 гг. Подъем уровня во время последнего имел 1 %-ную обеспеченность, площадь затоплений достигала нескольких сотен квадратных километров, границы затопления отстояли от русла рук. Кубань на 5–10 км (рис. 7), наибольший ущерб нанесен населению и хозяйству г. Темрюка [8].

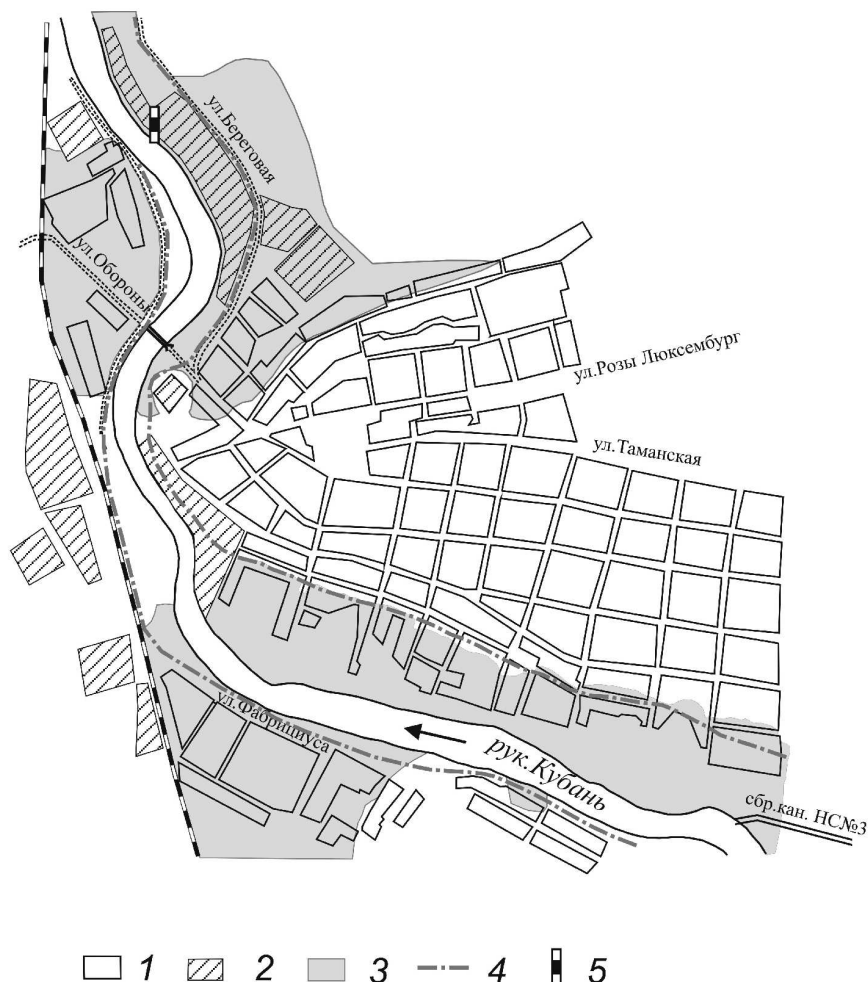


**Рисунок 7 – Карта-схема гидрологической ситуации в дельте р. Кубани в декабре 2001 – январе 2002 г. [13]:**

- 1 – река, рукава; 2 – каналы; 3 – водоемы; 4 – населенные пункты; 5 – участки заторов льда;
- 6 – естественные прораны в дамбах; 7 – искусственные прораны в дамбах;
- 8 – места перелива речных вод через дамбы; 9 – зоны затопления

Если экстраполировать эту ситуацию для случаев образования мощных заторов льда на любом из участков дельтовых рукавов (что никак не может быть исключено), то при аномально высоких сбросах из Краснодарского и одновременно Варнавинского водохранилищ почти все населенные пункты, поля и производственные объекты вблизи рукавов расположены на затопляемых землях. И чем ближе они к рукавам, тем более уязвимы. Особенно уязвима в этом отношении приустьевая часть рук. Кубань и г. Темрюк. Сужение зоны затопления имеет место быть ниже ст. Варениковской – по левому берегу до ответвления Старой Кубани, по правому берегу – до г. Темрюка. Положи-

тельную роль в препятствовании разливам речных вод играют дамбы обвалования, дорожные насыпи, валы рисовых чеков, вдоль обводнительных и оросительных каналов, коллекторов. Если принять во внимание, что этой инфраструктуры в дельте предостаточно, характер и границы затопления в настоящее время существенно отличается от естественных условий.



**Рисунок 8 – Карта–схема затоплений в окрестностях и в пределах г. Темрюка в 1996 и 2002 г. [6]:**  
 1 – жилые кварталы; 2 – промышленные кварталы; 3 – зона затопления 9–10 января 2002 г.;  
 4 – граница затопления 27 января 1996 г.; 5 – г/п Темрюк

Нагоны и нагонные затопления в устье Кубани вызываются западными, северными, а особенно сильные – северо-западными ветрами [6]. Наибольшие нагонные повышения уровня воды на взморье Кубани формируются в осенне-зимний сезон. Именно в это время скорости нагонных ветров и количество штормов заметно выше, чем в остальные сезоны. Но условия формирования катастрофических нагонов – не только большие скорости и продолжительность нагонных ветров, но и довольно редкое стечение гидрометеорологических факторов.

Морские берега дельты от устья рук. Кубань до устья рук. Протока (и далее до г. Приморско-Ахтарск) низкие. Отметки наиболее высоких участков берега не превышают, за редким исключением, 1 м над средним уровнем Азовского моря. Поэтому ветровые подъемы уровня воды  $\Delta H_{нр} > 1$  м могут вызывать затопление берегов. Нагоны с  $\Delta H_{нр} \sim 1$  м для пунктов Темрюк-порт и Приморско-Ахтарск имеют обеспеченность  $\sim 20$  % и  $\sim 45$  %. Превышения в 2 м имеют обеспеченность на разных концах МКД 2 и 3 %. Нагонное повышение уровня Азовского моря во время катастрофического нагона в октябре 1969 г. ( $\Delta H_{нр} = 3,28$  м на ГП Темрюк-порт) имело обеспеченность 0,2 % (рис. 9).





**Рисунок 9 – Карта-схема зоны затопления приморской части дельты р. Кубани 28–29 октября 1969 г. [13]:**

- 1 – река, рукава; 2 – искусственные каналы; 3 – лиманы, НВХ, водохранилище; 4 – населенные пункты; 5 – дальность распространения нагонного повышения уровня воды по рукавам; 6 – границы затопления приморской зоны; 7 – порт Темрюк

Однако это не означает, что такой нагон не может наблюдаться чаще. Продолжительность нагона составила в Темрюке 15 ч, а в Приморско-Ахтарске 18 ч. Границы зоны затопления, глубины затопления, дальность распространения нагонного повышения уровня в дельтовые рукава и другие характеристики этого нагона могут быть приняты за максимально возможные величины, которые следует учитывать при планировании и осуществлении той или иной хозяйственной деятельности в «опасной зоне». Также тяжелые последствия в устье Кубани имели нагонные наводнения в 1739, 1831, 1843, 1892 и 1914 гг.

**Особенности наводнений на Черноморском побережье.** Черноморское побережье относится в РФ к территориям с очень высокими рисками наводнений. Но на побережье, несмотря на сравнительно небольшие его размеры, ситуация с опасностью наводнений также неодинакова. Наиболее безопасны Темрюкский район, без дельты Кубани, и Анапский районы (рис. 1). В условиях равнинной и предгорной территории, малого количества осадков и редкой русловой сети они не могут конкурировать по числу и катастрофичности наводнений с остальными муниципальными районами Черноморского побережья. В Темрюкском и Анапском районах основную опасность формируют затопления при локальном и высокоинтенсивном выпадении ливневых осадков.

Так, 04.08.2003 г. в результате сильного дождя с градом в Темрюкском районе (ст. Тамань) произошло подтопление 9 домов, повреждены крыши и окна 18 домов. Ущерб составил 2,5 млн руб. Дополнительно из-за низких и равнинных берегов (между Анапой и пос. Веселовка), отмелости береговой зоны и ковшеобразности береговой линии потенциальную опасность представляют штормовые нагоны. Потенциально возможные цунами здесь достигали бы наибольшей величины – 1,5 м.

В Новороссийском, Геленджикском, Туапсинском и Сочинском районах чаще всего наводнения на освоенных участках речных долин вызывают экстремальные по своим характеристикам дождевые паводки и мощные склоновые потоки [12]. Их формируют главным образом продолжительные или высокоинтенсивные осадки (при прохождении мощных циклонов, атмосферных фронтов и, как особый случай при выходе на сушу и разрушении так называемых водяных смерчей). Паводки формируются за короткое время, отличаются большой скоростью перемещения воды и наносов, что придает им огромную разрушительную силу. Незначительная часть наводнений на побережье была вызвана снеготалым стоком, прорывом плотин водохранилищ или совместным действием нескольких факторов. Дополнительно для побережья возможны затопления во время штормовых нагонных накатов, причем той части суши, которая занята портовой инфраструктурой и объектами курортно-рекреационной отрасли (рис. 2). Иногда действуют одновременно два фактора – подпор со стороны моря, нагон и паводок на реке (пос. Сукко – август 2002 г., март 2011 г.).

Высокие риски наводнений в Новороссийском, Геленджикском, Туапсинском и Сочинском районах, помимо особенностей водного режима рек и большой густотой здесь речной сети, обусловлены также расположением основной части населенных пунктов, объектов промышленности, социальной сферы и курортной индустрии, транспортной инфраструктуры в долинах и устьях черноморских рек.

Формирование паводков, приводящих к наводнениям, возможно и в верхнем, и в среднем течении реки. В случае выпадения ливневых осадков в низовьях реки к затоплениям приводит не столько подъем уровня в русле реки (он просто не успевает достичь критических отметок), сколько мощные склоновые потоки, особенно в местах выхода так называемых щелей. Во время паводков затопляется все днище речной долины. Поэтому вся эта территория – зона значительных рисков для природопользования. Ширина зоны затопления в среднем для черноморских рек в 15 раз превышает ширину меженного русла (у малых рек эта величина обычно больше – до 20–25, у больших и полноводных меньше – до 10), что позволяет определить суммарную площадь территории, потенциально подверженной речным наводнениям. Максимальный подъем воды в руслах черноморских рек может достигать 5–6 м и даже больших величин (рис. 3), в частности на участках сужения долин и при выдающихся паводках, как, например, в 1991 г. на р. Туапсе. Причем наибольшие и соответственно самые опасные подъемы уровня присущи в основном рекам Новороссийского, Геленджикского и Туапсинского районов. Это возможно один из факторов (другие – меньшие размеры водосборов и связанные с этим слабая регулирующая способность водосборов, быстрое скатывание дождевых вод и развитие паводков) большей катастрофичности наблюдавшихся здесь наводнений, сопровождавшихся в том числе человеческими жертвами.

Волны паводков перемещаются с большой скоростью. Одновременно существенно возрастают вниз по течению рек максимальные расходы воды  $Q_{\text{макс}}$ . Паводки проходят в течение сравнительно короткого интервала времени, порой укладывающегося между стандартными сроками наблюдений на гидрологических постах. Это одна из причин дефицита информации о паводках на реках Черноморского побережья. На ниже расположенных участках формирование паводков может начаться раньше, в силу того, что влагоперенос осуществляется со стороны моря, т.е. от устья реки к ее истоку. Это не позволяет в полной мере использовать стандартные прогностические инструменты, даже при частых наблюдениях.

Основную и конечную трансформацию паводочная волна претерпевает на самом нижнем участке реки и в устье, в условиях, как правило, существенного расширения речной долины, уменьшения уклонов, впадения последних крупных притоков, под-

пора со стороны моря или от перегораживающего устье песчано-галечникового вала. В результате здесь, где обычно располагается населенный пункт и курортная инфраструктура, наибольшая плотность отдыхающих, происходит наиболее опасное затопление днища долины и устьев конуса (рис. 10, 11). Максимальные глубины затопления речными водами в низовьях и устье могут достигать 3 м и более, а склоновыми потоками – до 0,5 м и выше. Основное затопление продолжается всего несколько часов, остаточные сохраняются существенно дольше. После кульминации наводнения вода сравнительно быстро стекает с поймы в русло реки и в море.

Расчет зоны и глубины затопления освоенных территорий при разных отметках максимального уровня задача далеко нетривиальная, так как требует привлечения сложных гидродинамических методов и очень требовательна к исходным данным, в частности при построении цифровой модели рельефа (ЦМР), или воспроизведения затопления на плотно застроенной местности. Приблизительно и на предварительном этапе исследования эту задачу решать по материалам наземного рекогносцировочного обследования местности и по данным дистанционного зондирования (ДДЗ) во время или после наводнений (рис. 10, 11), но универсальное ее решение обеспечивает только ГИС- или численное моделирование.

Вместе с водой во время паводков на черноморских реках перемещаются большие объемы наносов и мусора, и нередко паводки трансформируются в селевидные потоки, обладающие большей разрушительной способностью, иными гидролого-морфологическими, экономическими и экологическими последствиями. Основная часть всего этого отлагается опять же в низовьях и устьях черноморских рек. Во-первых, на пойме. Поэтому,

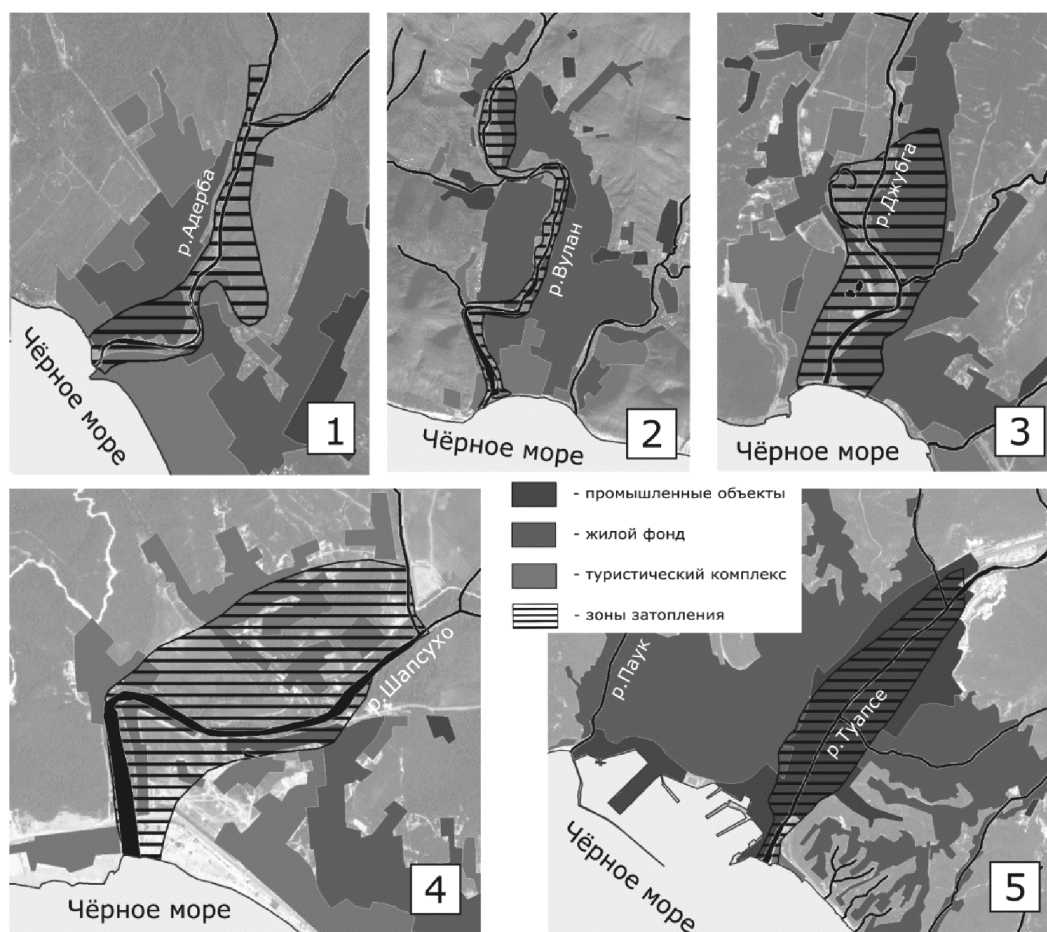


Рисунок 10 – Границы затоплений в устьях рек Черноморского побережья при прохождении дождевых паводков малой обеспеченности [12]:

1 – пос. Дивноморский; 2 – пос. Архипо-Осиповка; 3 – пос. Джубга; 4 – пос. Лермонтово; 5 – г. Туапсе

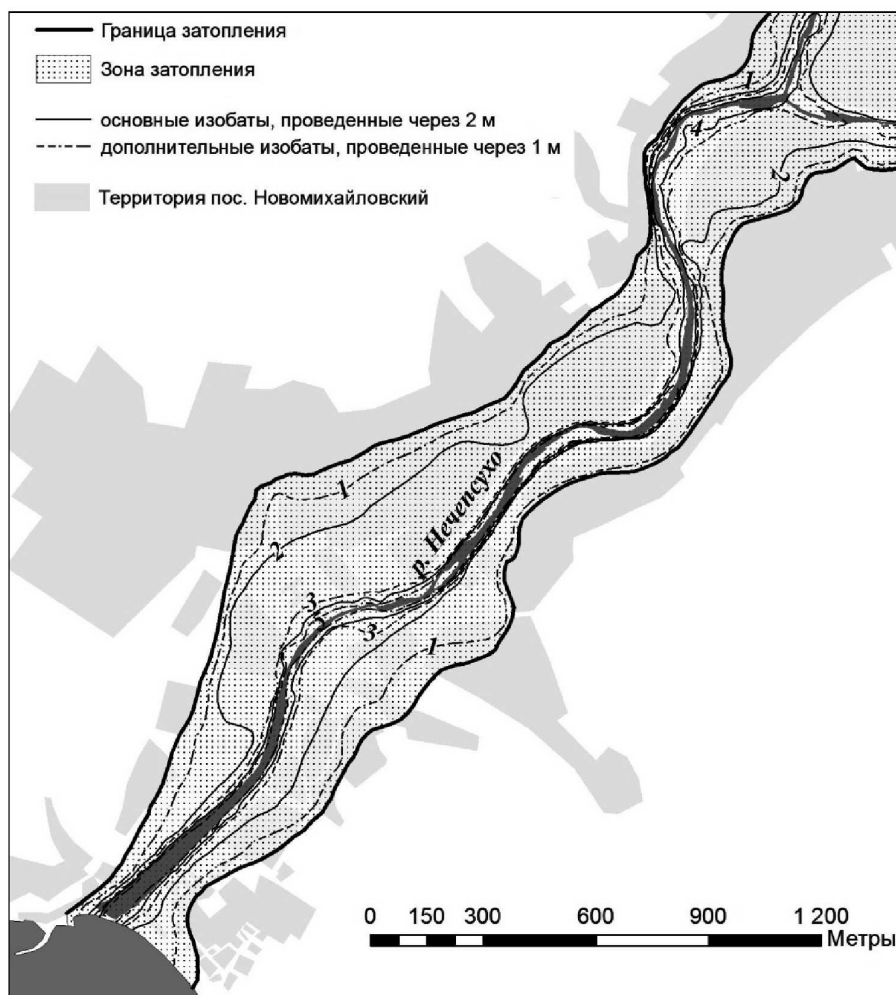


Рисунок 11 – Особенности затопления местности в устье р. Нечепсухо (пос. Новомихайловский) в августе 2012 г. [12]. Реконструкция событий выполнена на основе данных экспедиционных исследований МГУ в 2011–2012 гг.

помимо следов разрушения, речные воды оставляют на пойме мощный слой наносов, карчи и другой мусор. И это не просто один из аспектов наводнения на этих реках в ряду с русловыми деформациями, ухудшением качества речных и прибрежных морских вод. Занесение освоенной территории серьезно увеличивает ущерб от наводнения. Во-вторых, значительная часть наносов аккумулируется в русле, что приводит к уменьшению его водопропускной способности. Если русло не чистить, частота опасных затоплений увеличивается. Именно это произошло в пос. Новомихайловский, несмотря на хорошо организованную в советский период защиту поселка от наводнений, включающую высокие и сплошные дамбы, глубокое, широкое и канализованное русло. В-третьих, часть наносов остается на устьевом взморье, где речные отложения нередко образуют быстро сформированную баровую отмель, размываемую впоследствии во время сильных осенне-зимне-весенних штормов. Остальная часть (совсем мелкие фракции наносов) выносится в море.

Поскольку почти все черноморские реки имеют паводочный тип водного режима, экстремальные максимальные расходы воды могут формироваться неоднократно и в любое время года, но с явным преобладанием в осенне-зимние месяцы. Отличие в режиме имеет р. Мзымта, у которой значительную часть стока формируют талые воды ледников и высокогорных снежников в весенне-летний период. Несмотря на эти особенности режима черноморских рек, большая часть наводнений за последние 50–100 лет отмечалась в период лето–осень – 75 %. По-видимому, немаловажным, здесь являются экстремальность осадков летом-осенью и роль водяных смерчей.

Размеры и повторяемость наводнений регулируется критическими отметками, выше которых начинается опасное затопление, и обеспеченностью таких уровней и расходов воды. Это очень важный по многим причинам вопрос, который до сих пор слабо изучен в отношении данной территории. Те данные, которые все же имеются, позволяют говорить о том, что для каждой реки и ее участка опасное затопление возможно при максимальных расходах воды разной обеспеченности, но в основном меньше 10 %, т.е. реже чем 1 раз в 10 лет. Исключение, по-видимому, составляет лишь р. Вулан в районе крупного населенного пункта Архипо-Осиповка, где разные по масштабу опасные затопления и наводнения случаются чаще чем 1 раз в 5 лет. Начало же затопления освоенной территории возможно для большинства черноморских рек при  $Q_{\text{макс}}$  обеспеченностью в среднем в диапазоне от 10 до 40 %.

Ввиду орографических особенностей территории наводнения, как правило, охватывают ограниченное число близ расположенных водосборов. Пространственная скоррелированность  $Q_{\text{макс}}$  для рек Причерноморья относительно невелика –  $r < 0,6-0,5$  в пределах первых 50 км, и с увеличением расстояния между водосборами быстро уменьшается до 0,2 и менее. Вообще в пределах побережья можно выделить три района со сравнительно синхронными колебаниями максимальных расходов воды. Условно их можно назвать Анапо-Геленджикским, Туапсинским и Сочинским. В первых 2-х прохождения опасных  $Q_{\text{макс}}$  (дождевого генезиса) порой совпадает с формированием  $Q_{\text{макс}}$  на реках северного склона Кавказа. В первом случае – на участке от р. Адагум до р. Афипс (включая эти реки), во втором – в бассейне рр. Пшиш и Псечупс. Катастрофические наводнения могут охватывать и большие по протяженности участки побережья, захватывать южную оконечность Анапского района и опять же совпадать с наводнениями на северных склонах Кавказа.

Ущерб, наносимый населению и хозяйству региона наводнениями, очень велик вне зависимости от размеров территории и числа водосборов, охваченных осадками и подъемом уровня воды на реках. Это доказывают события прошлых лет. Самые катастрофические наводнения были в 1991 (Сочинский и Туапсинский р-ны), 2002 (Сочинский и Новороссийский р-н), 2010 (Туапсинский р-н) и 2012 гг. (Геленджикский и Туапсинский р-ны). Ущерб от наводнений в августе 1991 г. оценили примерно в 230–345 млн долл., число жертв составило 27 чел.; в августе 2002 г. – в 58,2 млн долл. и 59 чел.; в октябре 2010 г. – в 30–90 млн долл. и 17 чел.; в августе 2012 г. – в 33 млн долл. и 4 чел. (только по Туапсинскому р-ну) [12].

Больше всего ущерб наносится экономике и населению территорий в низовьях и устьях рек. Это предполагает соответствующий подход к разрешению размещения в этой зоне социальных и производственных объектов, оценке стоимости их страхования и мероприятий по их защите, эвакуации населения.

В многолетнем плане прослеживается тенденция увеличения числа наводнений и вызываемого ими ущерба. Ее существование можно оспаривать, но объективные причины для нее есть. Во-первых, это фиксируемые изменения климатических условий в регионе и климатически обусловленный рост максимальных расходов воды на ряде рек и увеличение их экстремальности. Во-вторых, последствия крупномасштабной и не всегда продуманной хозяйственной деятельности. Это и интенсивная и сплошная застройка пойм в устьях рек, прекращение в постсоветский период работ по очистке русла и поддержанию защитных дамб в требуемом состоянии, непродуманное и масштабное землепользование на водосборах. Не исключено, что положительный характер тенденции отражает также существенно большую открытость сведений об опасных явлениях в регионах России в последние десятилетия и активность служб и населения по размещению подобной информации в интернете. Этот вопрос требует серьезного изучения, так как без ответа на него невозможно управлять гидрологическими рисками, прогнозировать изменение ситуации с наводнениями в будущем.

Снижению риска стоковых затоплений, в первую очередь, будет способствовать проведение соответствующих противопаводковых мероприятий: реконструкция существующих и строительство новых защитных дамб, освобождение русел рек от отложений и карчей, увеличение площади поперечного сечения русла на участках мостовых

переходов через русла рек, усиление надежности и безопасности гидротехнических сооружений в бассейнах рек, мораторий на сведение горных лесов. Во-вторых, требуется повышение эффективности прогноза максимального стока и уровней воды, разработка математических моделей формирования речного стока и затопления освоенной местности. Для этого требуется детальное изучение факторов и оценка параметров наводнений, вызываемых ими последствий, расширение и модернизация системы гидрометеорологического мониторинга (первые шаги в этом направлении Министерством ГО и ЧС Краснодарского края уже сделаны – с ноября 2012 г. функционирует автоматизированная система мониторинга паводковой ситуации рек и водоемов), создание точных цифровых моделей рельефа, инвентаризация жилых и хозяйственных объектов и т.п. В-третьих, необходимо ограничение (различными способами – от административных до гибкого страхования от ущерба) процессов освоения местности в границах ее потенциального затопления. В-четвертых, необходимо постоянное совершенствование системы мер по своевременному оповещению и эвакуации (при экстремально высоких паводках) жителей из районов предполагаемого затопления, изучение вопроса о локальной и временной защите важных и опасных объектов от вредного воздействия речных вод, дождевых и склоновых потоков.

### Литература:

1. Алексеевский Н.И., Магрицкий Д.В., Ретеюм К.Ф., Юмина Н.М. Научное обоснование структуры и содержания базы данных для изучения процессов затопления освоенной местности // Материалы Всероссийской научной конференции. – Новочеркасск, 2013. – С. 17–23.
2. Атлас природных и техногенных опасностей и рисков чрезвычайных ситуаций Южного Федерального округа. – М., 2007. 384 с.
3. Базелюк А.А. Опасные гидрометеорологические явления на юге европейской территории России // Природные и социальные риски в береговой зоне Черного и Азовского морей. – М., 2012. – С. 33–42.
4. Борисов В.И. Реки Кубани. – Краснодар, 1978. – 80 с.
5. Воробьев Ю.Л. Катастрофические наводнения начала XXI века. – М., 2003. 352 с.
6. Гидрология дельты и устьевое взморье Кубани / Под ред. В.Н. Михайлова, Д.В. Магрицкого, А.А. Иванова. – М., 2010. – 728 с.
7. Добровольский С.Г., Истомина М.Н. Наводнения мира. – М., 2006. – 256 с.
8. Иванов А.А., Михайлов В.Н., Магрицкий Д.В. Причины, хроника событий и последствия наводнения в низовье р. Кубань зимой 2001–2002 гг. // Безопасность энергетических сооружений. – 2003. – № 11. – С. 275–283.
9. Каталог заторных и загорных участков рек СССР. Т. 1. – Л., 1976. – 260 с.
10. Коровин В.И., Галкин Г.А. Генетическая структура наводнений и паводков на реках северо-западного Кавказа за 275-летний период // Изв. АН СССР. Сер. геогр. – 1979. – № 3. – С. 90–94.
11. Лурье П.М., Панов В.Д., Ткаченко Ю.Ю. Река Кубань. Гидрография и режим стока. – СПб., 2005. – 500 с.
12. Магрицкий Д.В., Алексеевский Н.И., Крыленко И.Н., Юмина Н.М., Ефремова Н.А., Школьный Д.И. Риски наводнений в низовьях и устьях рек Черноморского побережья России // Материалы Всероссийской научной конференции. – Новочеркасск, 2013. – С. 181–187.
13. Магрицкий Д.В., Иванов А.А. Наводнения в дельте р. Кубани // Водные ресурсы. – 2011. – Т. 38. – № 4. – С. 387–406.
14. Нежиховский Р.А. Наводнения на реках и озерах. – Л., 1988. 184 с.
15. Предотвращение катастрофических паводков и обеспечение безопасности территории Крымского района Краснодарского края / Под ред. В.И. Данилова-Данильяна, М.В. Болгова. – М., 2013. – 36 с.
16. СНиП 2.06.15-85. Инженерная защита территории от затопления и подтопления. – М., 2002. 19 с.
17. Таратунин А.А. Наводнения на территории Российской Федерации. – Екатеринбург, 2008. – 432 с.

**References:**

1. N. Alekseevsky, D. Magritsky, K. Reteyum, N. Yumina. The scientific rationale of the database structure and content for the study of inundated area // Materials of the Russian Scientific Conference. – Novocherkassk, 2013. – P. 17–23.
2. Atlas of natural and technological hazards and risks of the Southern Federal District emergencies. – M., 2007. – 384 p.
3. A. Bazelyuk. Dangerous hydrometeorological events in the south of European Russia // Environmental and social risks in the coastal zone of the Black and Azov Seas. – M., 2012. – P. 33–42.
4. V. Borisov. Kuban basin rivers. – Krasnodar, 1978. – 80 p.
5. Y. Vorobyov. Catastrophic floods early XXI century. – M., 2003. – 352 p.
6. Delta hydrology and wellhead seashore of the Kuban river / Ed. by V. Mihaylov, D. Magritsky, A. Ivanov. – M., 2010. – 728 p.
7. S. Dobrovolsky, M. Istomina. Flooding of the world. – M., 2006. – 256 p.
8. A. Ivanov, V. Mikhailov, D. Magritsky. Reasons, event chronicle and consequences of flooding in downstream of the Kuban river in winter of 2001–2002 // Security of Energy Facilities. – 2003. – № 11. – P. 275–283.
9. The catalogue of ice-dam and ice-jam of river reaches of the USSR. Vol. 1. – L., 1976. – 260 p.
10. V. Korovin, G. Galkin. Genetic structure of floods on the rivers of northwest Caucasus for 275-year period // Izvestiya AN SSSR. Series geogr. – 1979. – № 3. – P. 90–94.
11. P. Lurie, V. Panov, Y. Tkachenko. Kuban River. Hydrography and flow regime. – St. Petersburg, 2005. – 500 p.
12. D. Magritsky, N. Alekseevsky, I. Krylenko, N. Yumina, N. Efremova, D. Skolny. Flood risks on the Black sea coast of Russia // Materials of the Russian Scientific Conference. – Novocherkassk, 2013. – P. 181–187.
13. D. Magritsky, A. Ivanov. Floods in the Kuban river delta // Water Resources. 2011. – V. 38. – № 4. – P. 387–406.
14. R. Nezhihovsky. Flooding on rivers and lakes. – L., 1988. – 184 p.
15. Preventing catastrophic floods and safeguarding of the Crimean district of Krasnodar region / Ed. by V. Danilov-Danilyan, M. Bolgov. – M., 2013. – 36 p.
16. SNIP 2.06.15-85. Engineering protection of area from inundation and underflooding. – M., 2002. – 19 p.
17. A. Taratunin. Floods in the Russian Federation. – Ekaterinburg, 2008. – 432 p.

УДК 528.5

**ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ И ОБОРУДОВАНИЯ  
LEICA GEOSYSTEMS В УЧЕБНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ  
КУБГТУ. ВЫПОЛНЕНИЕ ХОЗДОГОВОРНЫХ РАБОТ**

**EXPERIENCE IN THE USE OF TECHNOLOGIES AND EQUIPMENT  
LEICA GEOSYSTEMS IN THE TEACHING-LEARNING PROCESS  
KUBGTU. PERFORMING CONTRACTUAL WORKS**

**Кузнецова Анжелика Алексеевна**  
ассистент кафедры кадастра и геоинженерии  
Кубанского государственного  
технологического университета  
Тел.: 8 (918) 169-00-01  
set@id-yug.com

**Гура Дмитрий Андреевич**  
старший преподаватель  
кафедры кадастра и геоинженерии  
Кубанского государственного  
технологического университета  
Тел.: 8 (918) 678-14-28

**Шевченко Гриттель Геннадьевна**  
ассистент кафедры кадастра и геоинженерии  
Кубанского государственного  
технологического университета  
Тел.: 8 (961) 857-59-03

**Аннотация.** В данной статье представлен опыт использования современного геодезического оборудования в учебно-образовательном процессе КубГТУ.

**Ключевые слова:** геодезическое оборудование, учебный процесс, наземное лазерное сканирование.

**Kuznetsova Anzhelika Alexeevna**  
lecturer of the department of  
Cadastr and geo-engineering  
Kuban State University of Technology  
Tel.: 8 (918) 169-00-01  
set@id-yug.com

**Gura Dmitry Andreevich**  
senior lecturer of the department of  
Cadastr and geo-engineering  
Kuban State University of Technology  
Tel.: 8 (918) 678-14-28

**Shevchenko Grittel Gennadyevna**  
lecturer of the department of  
Cadastr and geo-engineering  
Kuban State University of Technology  
Tel.: 8 (961) 857-59-03

**Annotation.** This article presents the experience of the use of modern surveying equipment in the teaching-learning process KubGTU.

**Keywords:** surveying equipment, educational process, terrestrial laser scanning.

В настоящее время в России все больше появляется спрос на специалистов в области геодезии, которые были бы знакомы и умели работать с различным современным геодезическим оборудованием.

В Краснодарском крае Кубанский государственный технологический университет (г. Краснодар) вот уже 8 лет приобретает передовые геодезические приборы. На кафедре кадастра и геоинженерии КубГТУ студентов обучают работе с таким геодезическим оборудованием как: тахеометры Leica FlexLine, двухчастотная GPS-система Leica Viva, цифровые нивелиры Leica Sprinter, лазерные дальнометры Leica, наземный лазерный сканер Leica C10. Ежегодно фонд геодезического оборудования на кафедре пополняется, что позволяет нам идти в ногу со временем. За пять лет сотрудничества с компанией Leica Geosystems нами было закуплено оборудование на сумму порядка 20 млн рублей.

Все приобретаемые геодезические приборы включены в учебный процесс. По каждому из них составлены соответствующие методические указания. Активно используется демонстрация приборов студентам, проводится работа на Simulator (виртуаль-



ная работа с прибором на компьютере). Кафедра предлагает углубленное изучение современных приборов и технологий выполнения геодезических работ в виде недельных курсов повышения квалификации в объеме 72 и более аудиторных часа с выдачей удостоверения государственного образца. Проводится итоговая аттестация, что соответствует требованиям саморегулируемых организаций (СРО).

Преподавателями кафедры совместно со студентами постоянно выполняются геодезические работы в рамках заказов университета. Нами выполняются съемки корпусов, стадионов, контрольные исполнительные съемки для последующего проектирования, строительства и реконструкции. Работы выполняются с использованием тахеометров Leica TS06 и GPS-системы Leica Viva. Результатом работ служат топографические планы в масштабе 1 : 500. Все проводимые нами работы выполняются не только по стандартной методике, но и с апробацией лазерного сканирования.

Также кафедра на постоянной основе выполняет хоздоговорные работы по мониторингу мостов. Наш вуз является членом НП СРО «АИИС» и имеет свидетельство о допуске к работам, которые оказывают влияние на безопасность объектов капитального строительства.

В настоящее время КубГТУ готов выполнять на заказ геодезические работы любой сложности. Для этого есть прежде всего знания, опыт и самое современное геодезическое оборудование, которое было закуплено с перспективой быть лидером в данной области в ближайшие 5 лет.

В последние годы все больший интерес вызывает технология наземного лазерного сканирования, благодаря ее несоизмеримой с другими приборами высокой скоростью, бесконтактности с объектом и полнотой получаемой информации об объекте. Эта сравнительно новая быстроразвивающаяся технология все больше используется в различных областях инженерно-геодезических изысканий.

Технология наземного лазерного сканирования в г. Краснодаре в настоящий момент используется, к сожалению, крайне редко, в связи с малым количеством сканеров в регионе, высокой стоимостью и отсутствием у заказчиков знаний об использовании и возможностях сканера, конкретно для решения их задач.

В мае 2012 г. университетом был приобретен лазерный сканер Leica HDS C10, что позволило КубГТУ выйти на новый уровень.

Сотрудники кафедры кадастра и геоинженерии осуществляют инженерные изыскания методом наземного лазерного сканирования с последующим компьютерным моделированием для проектирования, строительства и реконструкции объектов в ПО «Cyclone» и AutoCAD. В фонде кафедры имеется 10 учебных лицензий Cyclone, которые позволяют внедрять обработку лазерного сканирования в учебный процесс, курсы повышения квалификации, обрабатывать одновременно большой объем данных. Ежегодно мы выполняем 10–15 заказов по сканированию в дорожной отрасли, фасадов зданий, а также прикладного характера.

В перспективе развития университета кафедрой ведутся переговоры с потенциальными заказчиками по поводу создания деформационного мониторингового полигона. В Краснодарском крае немало особо опасных объектов и уникальных объектов капитального строительства которым требуется постоянный мониторинг, сюда можно отнести Кубанское водохранилище. Создание деформационного мониторингового полигона для данного объекта позволило бы тщательное отслеживание его состояния, что привело бы к снижению возникновения ЧС.

Также кафедра рассматривает закупку постоянно действующей базовой станции, которая позволит одновременно подключить несколько подвижных роверов с возможностью работать в режиме RTK на расстоянии до 60 км. Это позволит расширить географию и оперативность выполнения хоздоговорных работ.

Для дальнейшего приобретения геодезического оборудования планируются приборы и технологии фирмы Leica Geosystems, так как на протяжении уже пяти лет использования их в учебном процессе и выполнении хоздоговорных работ оборудование показало высокую надежность, доступное внутреннее меню, интуитивно понятный интерфейс, даже начинающему пользователю. У компании Leica Geosystems самый

широкий продуктовый портфель и мы всегда можем подобрать необходимые приборы и технологии. Компания «Навгеоком-Юг» оказывает помощь в выборе оборудования и постоянной технической поддержке в процессе всего жизненного цикла имеющегося оборудования. Компания «Навгеоком-Юг» проводит открытые лекции, видео уроки и демонстрацию приборов по всей линейке оборудования во время геодезической практики студентам всех направлений. Много заказчиков на производстве работает на оборудовании Leica, поэтому мы готовим студентов в ногу со временем.

**Литература:**

1. НАВГЕОКОМ. URL: <http://www.navgeocom.ru/catalog/659/4762/>

**References:**

1. NAVGEOCOM. URL: <http://www.navgeocom.ru/catalog/659/4762/>

УДК 625

**ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КАДАСТРОВЫХ ДАННЫХ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ  
БИЗНЕС-ПЛАНОВ РЕКОНСТРУКЦИИ МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ  
АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

**ABOUT USE OF CADASTRAL DATA FOR DEVELOPMENT OF  
BUSINESS PLANS OF RECONSTRUCTION OF  
BRIDGE CONSTRUCTIONS OF HIGHWAYS**

**Кравченко Эллина Владимировна**

кандидат технических наук,  
доцент кафедры кадастра и геоинженерии  
Кубанского государственного  
технологического университета  
Тел.: 8 (861) 222-38-34, 8 (928) 228-01-16

**Будагов Иван Владимирович**

кандидат экономических наук,  
доцент кафедры кадастра и геоинженерии  
Кубанского государственного  
технологического университета  
Тел.: 8 (928) 412-37-18  
ivan\_budagov@mail.ru

**Кравченко Елена Сергеевна**

студентка, ФАДиКС.  
Кубанский государственный  
технологический университет

**Коваленко Анастасия Андреевна**

студентка ФАДиКС.  
Кубанский государственный  
технологический университет

**Аннотация.** Данная статья посвящена вопросу использования кадастровых данных при разработке бизнес-плана реконструкции мостовых сооружений, расположенных на автомобильной дороге А-147 в Краснодарском крае.

**Ключевые слова:** кадастровые данные, ИСОГД, кадастровая карта, разрешенное использование земельного участка, бизнес-план, кадастровые выписки, кадастровые номера.

**Kravchenko Ellina Vladimirovna**

Ph. D., Associate Professor of  
inventory and geo-engineering  
Kuban State University of Technology  
Tel.: 8 (861) 222-38-34, 8 (928) 228-01-16

**Budagov Ivan Vladimirovich**

Ph. D., Associate Professor of  
inventory and geo-engineering  
Kuban State University of Technology  
Tel.: 8 (928) 412-37-18  
ivan\_budagov@mail.ru

**Kravchenko Elena Sergeevna**

student FADiKS.  
Kuban State University of Technology

**Kovalenko Anastasiya Andreevna**

student FADiKS.  
Kuban State University of Technology

**Annotation.** This article is devoted to the use of inventory data when developing a business plan for the reconstruction of bridges located on the road A-147 in the Krasnodar region.

**Keywords:** inventory data ISOGD, cadastral map, permitted use of land, business plan, cadastral extracts, cadastral numbers.

Инвестиционный процесс является одним из основных аспектов функционирования экономической системы, который определяет уровень технологической основы и эффективности материального производства. В современных условиях важнейшее значение приобретает реальное инвестирование различных проектов.

При строительстве дорог, пролегающих через реки, горные ущелья, перевалы для сохранения непрерывности пути возводили транспортные сооружения: мосты, путепроводы, водопропускные трубы, галереи, тоннели и другие. Самые сложные и самые распространённые из них – это мосты.

Мосты представляют собой сложные искусственные инженерные сооружения, возводимые в местах пересечения дорог, водотоков и тех мест, где нельзя обойтись без моста. Несмотря на различное назначение, технологию строительства, отличия в строении и характере назначения и даже разные названия, все они имеют одинаковое предназначение – транспортное.

Рассмотрим вопрос использования кадастровых данных для разработки бизнес-плана реконструкции мостов через реки Чухукт, Хаджипсе, Буу и Хобза автомобильной дороги А-147 Джубга-Сочи в Краснодарском крае.

Всякое изучение субъекта бизнес-плана можно подразделить на два больших блока. Первый – наведение справок, сбор информационных материалов по организациям (компаниям, фирмам), которые имеют статус юридического лица в соответствии с Гражданским кодексом РФ. Основными поставщиками информации по юридическим лицам здесь являются: налоговые органы, Министерство РФ по антимонопольной политике и поддержке предпринимательства, базы данных информационных агентств, держатель реестра, бюро кредитных историй, регистрационная служба, таможенные органы, государственный кадастр недвижимости.

Второй – наведение справок по физическим лицам, фамилии которых имеют отношение к составлению бизнес-плана. К таковым следует отнести руководящий состав компаний и их контрагентов, а также возможных контрагентов.

Остановимся подробнее на первом блоке, а именно сборе и использовании кадастровых данных при составлении бизнес-плана.

В процессе работы с земельными ресурсами инвестор может пользоваться информационной системой обеспечения градостроительной деятельности (ИСОГД) – организованный с соответствии с требованиями Градостроительного кодекса Российской Федерации систематизированный свод документированных сведений о развитии территории, их застройке, о земельных участках и иных сведений, необходимых для обеспечения органов государственной власти, органов местного самоуправления, физических и юридических лиц достоверной информацией, необходимой для осуществления градостроительной, инвестиционной и иной хозяйственной деятельности.

Согласно Постановлению Правительства РФ № 363 ИСОГД включает в себя следующие основные разделы:

- документы территориального планирования РФ в части, касающейся территории муниципальных образований;
- документы территориального планирования субъекта РФ в части, касающейся территории муниципальных образований;
- документы территориального планирования муниципальных образований и материалы по их обоснованию;
- правила землепользования и застройки, внесение в них изменений;
- документация по планировке территории муниципального образования;
- изученность природных и техногенных условий;
- изъятие и резервирование земельных участков для государственных и муниципальных нужд;
- застроенные и подлежащие застройке земельные участки;
- геодезические и топографические материалы.

Дополнительные разделы ИСОГД:

- нормативные документы;
- иные документы.

После того, как определено месторасположение, проведено согласование различными государственными инстанциями (архитектурными, экологическими и другими), начинаются основные геодезические работы.

К основным геодезическим работам, обеспечивающим строительство мостов, относятся:

- съемка местности и рельефа дна водотока;
- построение плановой и высотной геодезических разбивочных сетей;
- разбивка центров и осей устоев и русловых опор моста;

- детальная разбивка тела опор;
- контроль возведения опор и исполнительная съемка в процессе их возведения;
- разбивка регуляционных и берегоукрепительных сооружений;
- разбивка пути на подходах к мосту;
- разбивочные работы и исполнительная съемка монтажа пролетных строений;
- измерение деформаций пролетных строений во время испытаний моста [1].

Геодезические работы и их результаты, изложенные в виде отчета и плана трассы, будут являться основой для дальнейших проектных и строительных работ.

Согласно Федеральному закону «Об автомобильных дорогах и дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ» от 13.05.08 года № 66–ФЗ:

– автомобильная дорога является объектом транспортной инфраструктуры, предназначенной для движения транспортных средств и включающей в себя земельные участки в границах полосы отвода автомобильной дороги и расположенные на них или под ними конструктивные элементы и дорожные сооружения, являющиеся её технологической частью;

– полоса отвода автомобильной дороги представляет собой земельные участки (независимо от категории земель), которые предназначены для размещения конструктивных элементов автомобильной дороги, дорожных сооружений и на которых располагаются или могут располагаться объекты дорожного сервиса.

Для того чтобы обозначить полосу отвода под мостовыми сооружения, необходимо собрать исходные данные. Общая схема получения исходных материалов представлена на рисунке 1.

Далее необходимо правильно обозначить данную полосу отвода, поэтому необходимо подать запрос в Филиал ФГБУ «ФКП Росреестра» по Краснодарскому краю на получение кадастровых выписок земельных участков под мостовыми сооружениями, однако первоначально необходимо определить кадастровые номера запрашиваемых участков. Для этого используют Публичную кадастровую карту (рис. 2).

Публичная кадастровая карта – это справочно-информационный сервис для предоставления пользователям сведений Государственного кадастра недвижимости на территорию Российской Федерации. [2] Сервис предлагает удобные инструменты для работы с картой, поиска земельных участков и получения информации о них. Кроме того, пользователь может получить информацию о подразделениях территориального органа Росреестра, обслуживающих земельный участок, с указанием наименования подразделения, адреса и телефона офиса приема.

Кадастровая выписка об объекте недвижимости представляет собой выписку из государственного кадастра недвижимости, содержащую запрашиваемые сведения об объекте недвижимости. Документ оформляется строго по форме, утверждённой Минюстом. Данная форма содержит разделы КВ.1 – КВ.6. Поясним их суть:

– КВ.1: общая информация об участке, в том числе кадастровый или условный номер, местоположение, категория земель, вид разрешённого пользования, площадь участка, его кадастровая стоимость, вид права и т.п. При отсутствии некоторых сведений в выписке указывается, что эти данные подлежат уточнению при межевании;

– КВ.2: план земельного участка в виде чертежа или схемы;

– КВ.3: сведения о частях участка, обременениях (если они есть), а также о правах на землю;

– КВ.4: чертёж частей участка (при их наличии);

– КВ.5: содержит данные о местоположении границ, включая дирекционные углы и длины линий;

– КВ.6: описывает поворотные точки границ с указанием координат этих точек в государственной системе. [3]

По истечению пяти рабочих дней кадастровые выписки были получены.

Находящиеся в разделе КВ.6 координаты были нанесены на топографические планы местности, которые приобрели статус планы дорог после реконструкции мостов с указанием границ земельных участков.

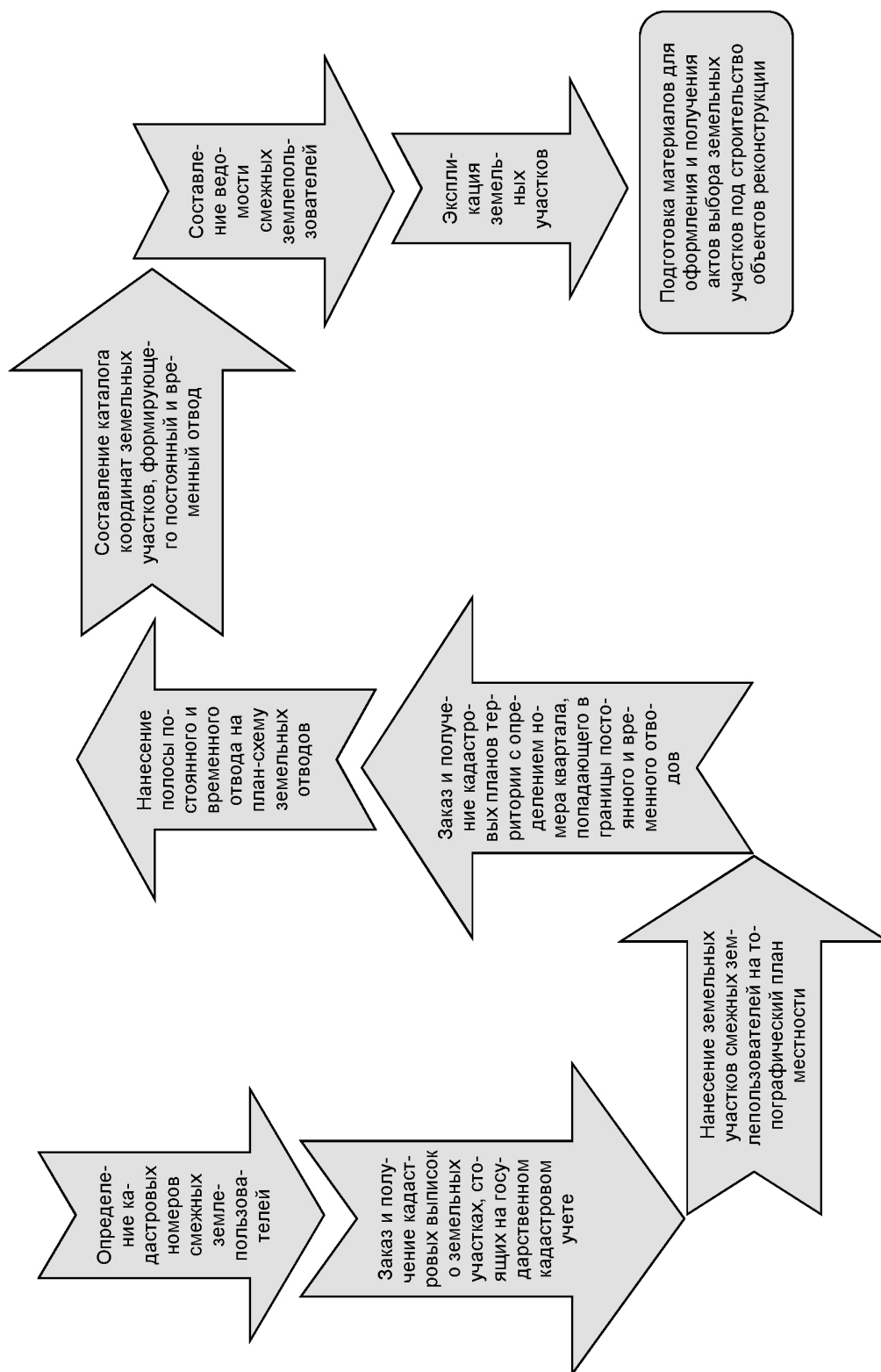


Рисунок 1 – Схема сбора исходных данных для обозначения полосы отвода

Полученные кадастровые номера:  
 – 23:49:0000000:535 – мост через реку Чухукт;  
 – 23:49:0000000:525 и 23:49:0000000:526 – мост через реку Хаджилпсе;  
 – 23:49:0000000:526 и 23:49:0000000:527 – мост через реку Буу;  
 – 23:49:0000000:527 и 23:49:0000000:528 – мост через реку Хобза



Рисунок 2 – Публичная кадастровая карта Сочинского района

Бизнес-план по реконструкции мостов через реки Чухукт, Хаджипсе, Буу и Хобза выполнен в границах существующей полосы отвода, поэтому отведение дополнительных временных и постоянных отводов не потребовалось.

Категория земель «земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности и земли иного специального назначения», разрешенное использование – «полоса отвода федеральной автомобильной дороги М-27 «Джубга-Сочи».

Несмотря на то, что каждый объект имеет свои особенности, общий перечень кадастровых сведений остается неизменным. На основании этих сведений производится размещение реконструируемых объектов на местности относительно расположения существующих земельных участков, зарегистрированных в органах кадастрового учета.

Таким образом, использование кадастровых данных для разработки бизнес-планов в градостроительстве (разработка бизнес-плана реконструкции мостовых сооружений автомобильной дороги А-147 Джубга-Сочи) является неотъемлемой частью этого процесса.

#### Литература:

1. Геодезические работы при строительстве мостов / В.А. Коугия, В.В. Грузинов, О.Н. Малковский, В.Д. Петров. – М. : Недра, 1986. – 248 с.
2. Официальный сайт Управления Федеральной службы государственной регистрации кадастра и картографии по Краснодарскому краю. URL: <http://maps.rosreestr.ru/portalonline/> (дата обращения 2.04.2013 г.).
3. Федеральный закон от 24 июля 2007 г. № 221-ФЗ «О государственном кадастре недвижимости».

#### References:

1. Geodetic works in bridge construction / V.A. Kougiya, V.V. Georgians, O.N. Malkovsky, V.D. Petrov. – M. : Nedra, 1986. – 248 p.
2. The official website of the Office of the Federal Service for State Registration inventory and mapping of the Krasnodar Territory URL: <http://maps.rosreestr.ru/portalonline/> (date accessed 04/02/2013 was).
3. Federal Law of 24 July 2007 № 221-FZ «On the State Real Estate Cadastre».

УДК 528

## К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ КАДАСТРОВЫХ ИНЖЕНЕРОВ ПРИ ВСТУПЛЕНИИ В САМОРЕГУЛИРУЕМЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ

### THE ISSUE OF ASSESSMENT OF KNOWLEDGE OF CADASTRAL ENGINEERS WITH MEMBERSHIP IN SELF-REGULATORY ORGANIZATIONS

#### Осенняя Елена Дмитриевна

кандидат геолого-минералогических наук,  
доцент кафедры кадастра и геоинженерии  
Кубанского государственного  
технологического университета  
Тел.: 8 (903) 453-22-64  
set@id-yug.com

#### Шейна Ксения Владимировна

магистрант кафедры кадастра и геоинженерии  
Кубанского государственного  
технологического университета  
Тел.: 8 (918) 348-33-26

#### Осенняя Анна Витальевна

кандидат технических наук,  
доцент кафедры кадастра и геоинженерии  
Кубанского государственного  
технологического университета  
Тел.: 8 (903) 453-22-67

**Аннотация.** Данная статья посвящена проблемам саморегулирования в кадастровой деятельности.

**Ключевые слова:** кадастровая деятельность, кадастровый инженер, квалификационный аттестат кадастрового инженера, саморегулируемая организация.

#### Osenniaia Elena Dmitrievna

candidate of geological-mineralogical  
Sciences, associate Professor,  
Department of cadastre  
and geo-engineering  
Kuban State University of Technology  
Tel.: 8 (903) 453-22-64  
set@id-yug.com

#### Sheina Ksenya Vladimirovna

graduate student of the Department of  
cadastre and geo-engineering  
Kuban State University of Technology  
Tel.: 8 (918) 348-33-26

#### Osenniaia Anna Vitalyevna

candidate of technical Sciences,  
associate Professor, Department of  
cadastre and geo-engineering  
Kuban State University of Technology  
Tel.: 8 (903) 453-22-67

**Annotation.** This article is devoted to the problems of self-regulation in cadastral activities.

**Keywords:** cadastral activities, cadastral engineer, qualification certificate of cadastral engineer, self-regulatory organization.

Саморегулируемые организации (далее – СРО) кадастровых инженеров – некоммерческое объединение в виде некоммерческого партнерства. Данное объединение основано на членстве исключительно кадастровых инженеров, при этом вступление в СРО не является обязательным условием для осуществления кадастровой деятельности. [1, 2]

Вопросы саморегулирования кадастровой деятельности частично рассмотрены в трудах Осенней А.В. [3]

Согласно действующему законодательству, для покрытия убытков, нанесённых заказчику участниками, существует компенсационный фонд СРО, который формируется из средств самих членов. Это некий резервный фонд, который идёт на выплаты в целях возмещения вреда и судебных издержек.

Компенсационный фонд саморегулируемой организации кадастровых инженеров – одна из основ стабильности всей системы СРО.

Его существование базируется на принципе коллективной ответственности, при которой за наполнение фонда отвечают все члены СРО. Это требует от некоммерческих партнёров определённого подхода при принятии решений о зачислении новых участников – чем выше будут требования к ним, тем меньше вероятность наступления выплат компенсаций.

В настоящее время для вступления в СРО кадастровому инженеру необходимо



всего лишь заполнить заявление о приеме в члены Партнерства и приложить копию квалификационного аттестата.

По нашему мнению, для обеспечения сохранности компенсационного фонда в СРО должны вступать кадастровые инженеры, обладающие достаточным уровнем знаний, позволяющим выполнять предлагаемые законом о кадастре условия профессиональной деятельности. Вполне вероятно, что для проверки уровня знаний кадастровых инженеров при вступлении в СРО уже в скором времени будет внедрена система вступительных экзаменов (вступительной аттестации), а также текущей аттестации для ранее принятых членов СРО.

В настоящее время наиболее распространенным при проведении различного рода аттестаций является метод тестового контроля знаний, однако, по-нашему мнению, он не является самым эффективным, так как имеет ряд недостатков, а именно:

- разработка качественного тестового инструментария – длительный, трудоемкий и дорогостоящий процесс, а в связи с периодическим изменением Закона о Кадастре и других нормативно-правовых актов, необходимо постоянно вносить изменения в тестовую базу;
- тест не позволяет проверять и оценивать высокие, продуктивные уровни знаний;
- в любом тестировании всегда присутствует элемент случайности;
- правильные ответы на тестовые задания можно механически заучить, однако не владеть при этом глубокими теоретическими знаниями и практическими навыками в области подготовки кадастровой документации.

По мнению некоторых авторов (Л.П. Качалова, В.М. Чайка) именно контроль знаний имеет первостепенное значение в любом образовательном процессе. При всем многообразии форм контроля знаний, основными являются метод устного контроля, метод письменного контроля и метод тестового контроля. [4, 5]

Метод устного контроля дает широкие возможности для изучения индивидуальных особенностей усвоения материала. Он проводится в виде собеседования.

Метод письменного контроля направлен на анализ документального материала, определение характера допущенных ошибок и способов их преодоления.

Метод тестового контроля объективное измерение объема и качества усвоения учащимися конкретных знаний, умений и навыков, но не способностей.

Проведенный авторами анализ различных форм контроля знаний позволяет сделать вывод, что при вступлении в СРО можно рекомендовать проведение вступительной аттестации в форме собеседования, что позволяет более глубоко оценить уровень знаний потенциального члена СРО.

#### **Литература:**

1. Федеральный закон от 1 декабря 2007 года № 315-ФЗ «О саморегулируемых организациях».
2. Федеральный закон от 12 января 1996 года № 7-ФЗ «О некоммерческих организациях».
3. А.В. Осенняя, М.И. Сидоренко, К.В. Шеина. Перспективы саморегулирования кадастровой деятельности // Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2013. – № 3. – С. 43–46.
4. Л.П. Качалов. Современные средства оценивания результатов обучения : Учебное пособие. – 2009.
5. В.М. Чайка. Основы дидактики. – 2011.

#### **References:**

1. The Federal Law of December 1, 2007 № 315-FZ «On the self-regulatory organizations».
2. Federal Law of 12 January 1996 № 7-FZ «On Noncommercial Organizations».
3. A.V. Osennyaya, M.I. Sidorenko, K.V. Sheina. Perspectives of self-regulation of cadastral activity // Nauka. Tehnika. Tehnologii (Technical Bulletin). – 2013. – № 3. – С. 43–46.
4. L.P. Cachalov. Modern means of study results : Tutorial. – 2009.
5. V.M. Chaica. Basics of didactics. – 2011.

УДК 621.9

## К ВОПРОСУ О КОЛЕБАНИЯХ МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПРИ ДЕЙСТВИИ НЕУРАВНОВЕШЕННОЙ СИЛЫ ИНЕРЦИИ

### ON THE QUESTION ABOUT VIBRATIONS OF A MECHANICAL SYSTEM UNDER THE ACTION OF AN UNBALANCED FORCE OF INERTIA

**Дмитренко Екатерина Валерьевна**

кандидат технических наук,  
доцент кафедры техносферной безопасности  
Кубанского государственного  
технологического университета

**Китаин Виталий Владимирович**

кандидат технических наук,  
доцент кафедры технической механики и гидравлики  
Кубанского государственного  
технологического университета  
Тел.: 8 (861) 253-67-91, 8 (918) 674-29-55  
set@id-yug.com

**Сухинин Валерий Николаевич**

кандидат технических наук,  
доцент кафедры технической механики и гидравлики  
Кубанского государственного  
технологического университета.  
Тел.: 8 (861) 254-23-72, 8 (918) 950-53-57

**Аннотация.** В статье рассматривается вопрос механических колебаний, возникающих при вращении массивных тел со смещенным относительно оси вращения центром масс. Установлена величина динамического коэффициента в зависимости от угловой скорости и частоты собственных колебаний системы. Определены коэффициенты жесткости для амортизаторов разных типов, рассчитаны их размеры поперечного сечения. На основании проведенного анализа получены коэффициенты динамичности, выраженные через основные параметры системы, позволяющие определять режим установившихся колебаний. Предложенные рекомендации позволяют оптимизировать выбор параметров амортизаторов, исключая наступление явления резонанса в системе.

**Ключевые слова:** амортизатор, частота колебаний, сила инерции, жесткость системы, резонанс.

**Dmitrenko Ekaterina Valerevna**

Ph.D., Associate Professor Department of  
Technosphere Safety  
Kuban State Technological University.

**Kitain Vitaliy Vladimirovich**

Ph.D., Associate Professor, Department of  
Technical Mechanics and Hydraulics  
Kuban State Technological University  
Тел.: 8 (861) 253-67-91, 8 (918) 674-29-55  
set@id-yug.com

**Sukhinin Valeriy Nikolaevich**

Ph.D., Associate Professor, Department of  
Technical Mechanics and Hydraulics  
Kuban State Technological University  
Тел.: 8 (861) 254-23-72, 8 (918) 950-53-57

**Annotation.** The article discusses the mechanical vibrations generated by the rotating massive bodies with an off-axis rotation of the center of mass. Set the value of the dynamic coefficient depending on the angular velocity and the natural frequency of the system. Determined stiffness coefficients for different types of shock absorbers have been calculated their cross-sectional dimensions. Based on the analysis of dynamic coefficients obtained, expressed in terms of the basic parameters of the system, allowing to determine the stationary oscillations. The proposed recommendations optimize the choice of parameters of shock absorbers, excluding offensive phenomenon of resonance in the system.

**Keywords:** shock-absorber, the oscillation frequency, the force of inertia, rigidity of the system, resonance.

При работе воздуходувок, вентиляторов, турбин, дезинтеграторов, дисмембраторов и других механизмов с быстровращающимися неуравновешенными дисками и роторами могут возникать опасные колебания, которые приводят к разрушению элементов механизма, преждевременному выходу из строя подшипников, возникновению шума и вибраций. Поскольку полного уравновешивания диска (ротора) достичь до-

вольно сложно, задача уменьшения вредного влияния колебаний, вызванных неуравновешенными силами инерции, является весьма актуальной.

В настоящей работе рассматриваются колебания, возникающие в системе, состоящей из вращающегося диска 1 со смещенным центром масс, закрепленного на платформе 2, связанной с неподвижным основанием 3 с помощью упругих амортизаторов 4 (рис. 1).

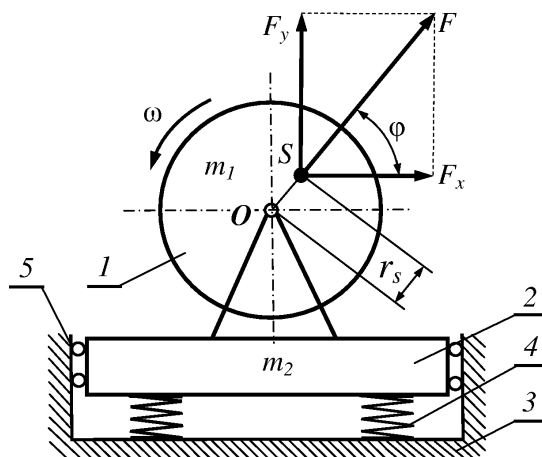


Рисунок 1 – Схема механической системы

При смещении центра масс диска относительно оси вращения возникает неуравновешенная сила инерции

$$F = m_1 \omega^2 r_s \text{ Н,}$$

где  $m_1$  – масса диска, кг;  $\omega$  – угловая скорость диска,  $\text{с}^{-1}$ ;  $r_s$  – смещение центра масс диска от оси вращения, м.

Разложим силу инерции  $F$  на вертикальную ( $F_y$ ) и горизонтальную ( $F_x$ ) составляющие (рис. 1). Тогда

$$F_y = F \sin \varphi = F \sin \omega t = m_1 \omega^2 r_s \sin \omega t, \quad (1)$$

где  $\varphi = \omega t$  – угол, образованный силой  $F$  с горизонтальной осью;  $t$  – время.

Под действием вертикальной силы  $F_y$  платформа будет совершать вертикальные колебания. Горизонтальные колебания исключаются за счет специальных направляющих 5 (рис. 1).

Частоту собственных вертикальных колебаний платформы определяем по формуле

$$p = \sqrt{\frac{C_{\text{экв}}}{m}} \text{ с}^{-1}, \quad (2)$$

где  $C_{\text{экв}}$  – эквивалентный коэффициент жесткости системы амортизаторов при сжатии, Н/м;  $m = m_1 + m_2$  – суммарная масса вращающегося диска и платформы, кг;  $m_2$  – масса платформы, кг.

Вертикальные перемещения платформы определяются с учетом работы [1]

$$y = \frac{F}{C_{\text{экв}} \cdot \left(1 - \frac{\omega^2}{p^2}\right)^{-1}} \cdot \sin \omega t \quad (3)$$

Введя обозначение

$$K_{дин} = \left(1 - \frac{\omega^2}{p^2}\right)^{-1}, \quad (4)$$

где  $K_{дин}$  – динамический коэффициент, запишем

$$y_{max} = \left(\frac{F}{C_{эке}}\right) \cdot K_{дин} \quad (5)$$

или

$$y_{max} = \frac{m_1 \omega^2 r_s}{C_{эке}} \cdot \left(1 - \frac{\omega^2}{p^2}\right)^{-1} \quad (6)$$

В случае применения амортизаторов в виде набора квадратных элементов с размером  $a$  и общей высотой  $l_A$  получаем следующее выражение для коэффициента жесткости одного «квадратного» амортизатора:

$$C_1 = \frac{EA}{l_A} = \frac{Ea^2}{l_A} \text{ Н/м}, \quad (7)$$

где  $E$  – модуль продольной упругости материала амортизатора, МПа;  
 $A = a^2$  – площадь поперечного сечения «квадратного» амортизатора, мм<sup>2</sup>.

В случае применения «круглых» амортизаторов, т.е. амортизаторов с круглым поперечным сечением, коэффициент жесткости одного «круглого» амортизатора определяется по формуле

$$C_1 = \frac{EA}{l_A} = \frac{E\pi d^2}{4l_A}, \quad (8)$$

где  $d$  – диаметр поперечного сечения «круглого» амортизатора, мм.

Если в системе применяются «круглые» амортизаторы, т.е. амортизаторы с круглым поперечным сечением, то эквивалентный коэффициент жесткости всех амортизаторов будет равен

$$C_{эке} = Z \frac{EA}{l_A} = Z \frac{E\pi d^2}{4l_A}, \quad (9)$$

где  $Z$  – число амортизаторов.

Аналогично получаем выражение для определения эквивалентного коэффициента жесткости всех амортизаторов с квадратным поперечным сечением

$$C_{эке} = Z \frac{EA}{l_A} = Z \frac{Ea^2}{l_A}, \quad (10)$$

Размер поперечного сечения определяется из условия прочности амортизатора при сжатии:

– для «круглых» амортизаторов

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{4m\omega^2 r_s}{Z\pi d^2} \leq [\sigma]; \quad (11)$$

– для «квадратных» амортизаторов

$$\sigma = \frac{P}{A} = \frac{m\omega^2 r_s}{Za^2} \leq [\sigma]; \quad (12)$$

где  $[\sigma]$  – допускаемое напряжения сжатия для материала амортизатора, МПа.

Из формул (11), (12) находим размеры поперечного сечения амортизатора соответственно для «круглых» и «квадратных» амортизаторов

$$d \geq \sqrt{\frac{4m\omega^2 r_s}{Z\pi[\sigma]}}; \quad (13)$$

$$a \geq \sqrt{\frac{m\omega^2 r_s}{Z[\sigma]}}. \quad (14)$$

С учетом полученных формул (9), (10) для эквивалентных коэффициентов жесткости, запишем выражения для определения частоты собственных вертикальных колебаний платформы соответственно для системы с «квадратными» и «круглыми» амортизаторами:

$$p^2 = \frac{C_{эке}}{m} = Z \frac{Ea^2}{I_A m}; \quad (15)$$

$$p^2 = \frac{C_{эке}}{m} = Z \frac{E\pi d^2}{4I_A m}. \quad (16)$$

Далее представим выражение для коэффициента динамичности с учетом формул (15), (16) соответственно для системы с «квадратными» и «круглыми» амортизаторами в виде:

$$K_{дин} = \frac{1}{1 - \frac{\omega^2}{ZEa^2/I_A m}}; \quad (17)$$

$$K_{дин} = \frac{1}{1 - \frac{\omega^2}{(ZE\pi d^2/4I_A m)^2}}. \quad (18)$$

Полученные зависимости (17), (18) позволяют выразить значения  $K_{дин}$  через основные параметры исследуемой системы с амортизаторами и установить в каком режиме (до резонансом, резонансом или после резонансом) происходят колебания в системе.

### Выводы

Анализ полученных зависимостей для коэффициентов динамичности от основных параметров системы показывает, что для отстройки от резонанса, когда  $\omega = p$ , необходимо назначать геометрические параметры амортизаторов и выбирать амортизаторы с оптимальным значением модуля упругости  $E$  таким образом, чтобы величина второго члена в знаменателе формулы (4) отличалась от единицы.

В случае применения резиновых амортизаторов оптимальное значение величины  $E$  может быть достигнуто за счет выбора той или иной марки резины для амортизатора [2].

Полученные выражения (11), (12) и (13), (14) следует использовать при практических расчетах механических систем с амортизаторами для определения геометрических параметров соответственно «квадратных» и «круглых» амортизаторов.

### Литература:

1. Тимошенко С.П. Колебания в инженерном деле. – М. : Наука, 1967. – 444 с.
2. Потураев В.Н., Дырда В.И. Резиновые детали машин. – М. : Машиностроение, 1977. – 216 с.

### References:

1. Timoshenko S.P. Fluctuations in engineering. – M. : Science, 1967. – 444 p.
2. Poturaev V.N., Dyrda V.I. Rubber machine parts. – M. : Engineering, 1977. – 216 p.

УДК 65.011

## НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

### DIRECTIONS OF INCREASE OF SAFETY AT THE ENTERPRISES OF MOTOR TRANSPORT

**Коновалова Т.В., Надирян С.Л.**  
Кубанский государственный  
технологический университет, Краснодар, Россия  
Тел.: 8(918) 465-80-19  
set@id-yug.com

**Konovalova T.V., Nadiryan S.L.**  
Kuban State University of Technology,  
Krasnodar, Russia  
Tel.: 8(918) 465-80-19  
set@id-yug.com

**Аннотация.** В статье рассмотрены основные проблемы безопасности на автомобильном транспорте. В настоящее время транспортная безопасность является наиболее важной задачей Российской Федерации. Проблемы могут быть решены только при правильно организованном государственном контроле, особенно на законодательном уровне.

**Annotation.** In the article the basic problems of safety of road transport. Currently, the transport safety is the most important task of the Russian Federation. Problems can only be solved when properly organized by the state control, especially at the legislative level.

**Ключевые слова:** безопасность движения, автотранспортные предприятия, дорожно-транспортных происшествия, обеспечения безопасности дорожного движения.

**Keywords:** transport traffic safety, transport companies, traffic accidents, road safety.

Социально-экономический кризис в России резко обострил целый комплекс накапливавшихся в течение многих лет и не решенных до сих пор проблем в области безопасности дорожного движения (БДД). Складывающаяся годами система предупреждения дорожной аварийности в стране по существу развалилась, а новая, отвечающая современным условиям, пока не создана. Следствием этого в настоящее время явилось полное отсутствие какого-либо аппарата определения эффективности деятельности в сфере обеспечения безопасности дорожного движения (ОБДД) как отдельных ее субъектов, так и всей системы в целом. Задача разработки такого аппарата является чрезвычайно сложным для научного исследования объектом.

Основной задачей транспорта является более полное и своевременное удовлетворение потребностей народного хозяйства и населения в перевозках, ускорение доставки грузов и передвижения пассажиров на основе существенного повышения мощности и качества всей работы транспортной системы. Массовая автомобилизация страны требует решения комплекса сопутствующих ей задач, без которых не может быть обеспечен желанный эффект и положительное влияние автомобилизации на социальное развитие общества. Автомобиль как средство передвижения обладает рядом преимуществ перед другими видами транспортных средств, которые можно увидеть на рисунке 1.

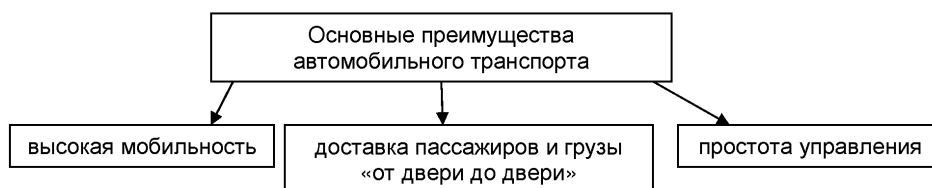


Рисунок 1 – Основные преимущества автомобильного транспорта

Число автомобилей на дорогах во всём мире растёт с каждым годом. Но в первую очередь это касается России, где за последнее время резко увеличился парк

автомобилей. Быстрое увеличение численности автомобильного парка сопровождается ростом числа пострадавших от дорожно-транспортных происшествий.

Предоставление услуг по перевозке грузов и пассажиров на безопасном уровне, организация внутрипроизводственных систем, обеспечивающих надёжную и безопасную эксплуатацию автотранспортных средств, оптимизация структуры системы управления в области обеспечения безопасности дорожного движения, организация дорожного движения и технического регулирования, разработка методов и способов контроля за работой автомобильного транспорта – главные направления деятельности, обеспечивающие безопасность дорожного движения.

Сложность в проблеме оценивания эффективности систем ОБДД вносит фактор отсутствия формализованных моделей деятельности многих элементов системы или субъектов различных видов деятельности как составляющих общей системы, поскольку эта деятельность является объектом системного управления.

Отсутствие необходимой методологии указанной оценки, таким образом, означает, что природа или наука функционирования системы и ее функциональных элементов с необходимой глубиной на сегодняшний день не познана и необходимы исследования, которые бы позволяли в пределах обеспечить оценку влияния каждого из многочисленных факторов на БДД.

Представленные примеры обеспечения безопасности движения в других отраслях, доступ и возможность адаптации зарубежных разработок по проблеме позволяют считать задачу оценки эффективности ОБДД принципиально разрешимой. Для этого необходимо системное переосмысление существующих подходов к оценке эффективности в сфере БДД.

Особое внимание в общей проблеме обеспечения безопасности дорожного движения приобретают приемы оценки эффективности систем ОБДД по экономическим показателям, позволяющим принимать решения о целенаправленном вложении средств. Реальная практика возможностью такой оценки не располагает, обеспечивая лишь сравнительную оценку эффективности в рамках различных частных задач. Практика, не владея приемами оценки затрат на ОБДД не способна по существу решать задачи совершенствования и управления состоянием всей системы ОБДД, возможности создания механизмов стимулирования повышения безопасности дорожного движения, выявления неэффективных технологий управления безопасностью и т.п. [1, 2].

Строгое представление системы и структура вопросов, подлежащих системному решению, наличие приемов оценки ее эффективности, в связи с изложенным, является базой создания эффективных систем управления БДД.

Многие перечисленные выше принципиальные вопросы общей проблемы управления БДД на сегодня пока еще не имеют решения, однако повысить БД на автомобильных дорогах возможно при реализации следующих мероприятий:

- 1) организация общественной поддержки мероприятий по повышению безопасности дорожного движения;
- 2) выявление и устранение участков концентрации ДТП;
- 3) совершенствование контроля за скоростными режимами и поведением водителей в местах повышенной опасности;
- 4) создание информационной системы обнаружения ДТП;
- 5) совершенствование системы спасения и эвакуации пострадавших в ДТП.

#### **Литература:**

1. Кузьмина В. Об основных итогах развития транспортного комплекса в 2008 году и задачах на 2009 год // Автомобильный транспорт. – 2009. – № 4. – С. 3–4.
2. Криницкий Е. Транспортная система России: пути к эффективности // Автомобильный транспорт. – 2007. – № 12. – С. 25.

#### **References:**

1. Kuzmina V. Century On the main results of development of transport complex in 2008 and tasks for 2009 // Road transport. – 2009. – № 4. – P. 3–4.
2. Krinickij E. The transport system of Russia: the way to efficiency // Road transport. – 2007. – № 12. – P. 25.

УДК 69.057.1 (07)

## ВЫБОР КРАНОВ С ПОДЪЁМНЫМИ СТРЕЛАМИ ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

### CHOOSING OF LUFFING CRANES BY THE GRAPHIC-ANALYTICAL METHOD

#### Секисов Александр Николаевич

кандидат экономических наук,  
доцент Кубанского государственного  
технологического университета  
Тел.: 8 (918) 448-00-82  
set@id-yug.com

#### Степанов Рафаэл Рубенович

старший преподаватель Кубанского государственного  
технологического университета  
Тел.: 8 (861) 253-67-68

#### Турина Юлия Владимировна

инженер

**Аннотация.** Для выбора кранов с подъёмными стрелами использован традиционный аналитический метод и предлагаемый графоаналитический метод, позволяющий выбирать краны с меньшими грузовысотными характеристиками и лучшими экономическими параметрами.

**Ключевые слова:** подъёмные стрелы, грузовысотные характеристики, аналитический метод, графоаналитический метод, расчётная схема.

#### Sekisov Alexandr

Candidate of Economic Science,  
Lecture of Kuban State University of  
Technology,  
Tel.: 8 (918) 448-00-82  
set@id-yug.com

#### Stepanov Rafael

Senior Lecturer of  
Kuban State University of Technology  
Tel.: 8 (861) 253-67-68

#### Turina Julia

engineer

**Annotation.** There is a traditional analytical method and the proposed graphic-analytical method for selecting the luffing cranes. This lets to choose cranes with smaller freight and altitudinal characteristics and better economic parameters.

**Keywords:** derrick, freight and altitudinal characteristics, analytical method, graphic-analytical method, calculation scheme.

Краны с подъёмными решетчатыми стрелами (стреловые, башенно-стреловые, башенные) выбирают по требуемым параметрам: грузоподъёмности, высоте подъёма и вылету крюка, минимально допустимой длине стрелы, учитывая при этом безопасные расстояния между конструкциями кранов и конструкциями зданий и сооружений.

Выбор по расчётным параметрам часто усложняют факторы:

– различия поднимаемых грузов (монтажных элементов, опалубки и др.) по массе и габаритам;

– различия в местах установки грузов в объёме строительного объекта и в условиях их проноса над другими конструкциями.

Эти факторы приводят часто к необходимости:

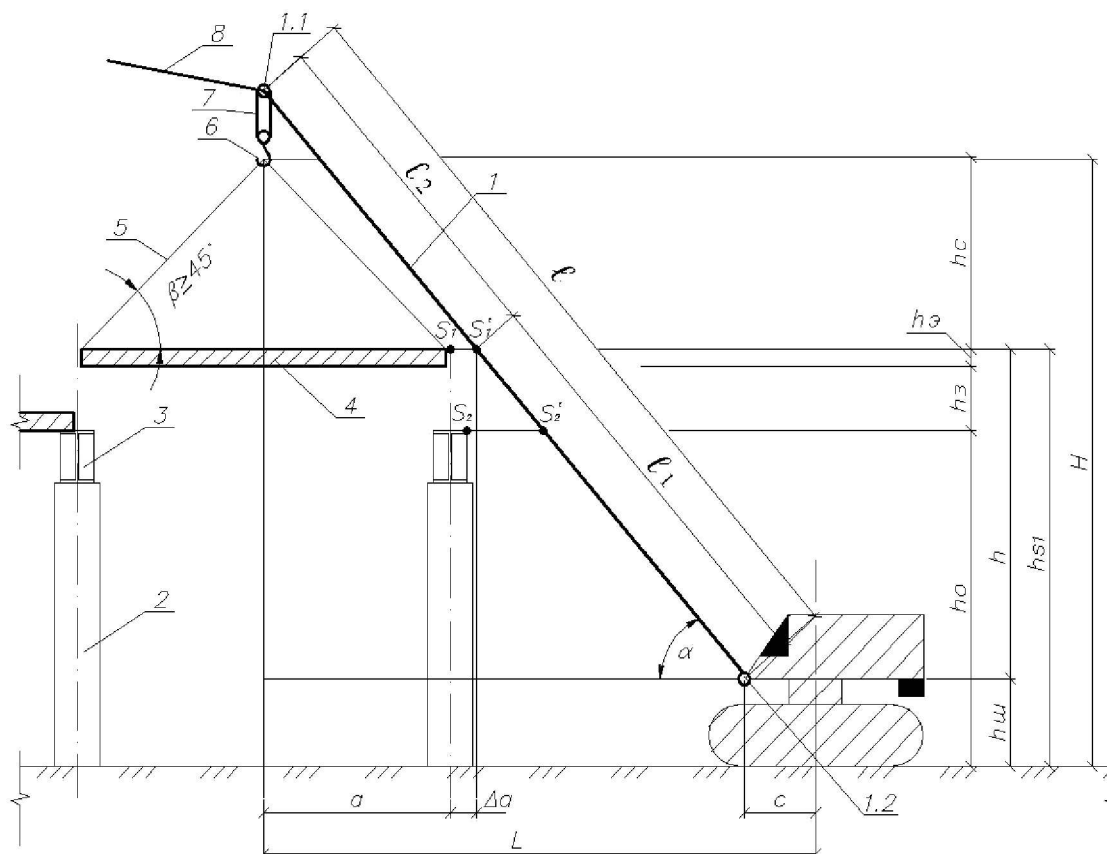
– выбирать схемы движения и установок кранов с исполнением гуська или без него и др.;

– предусматривать большее или меньшее число стоянок кранов, различные углы наклона их стрел и вылеты крюка.

Усложняет выбор также необходимость принимать в расчётах ориентировочно некоторые индивидуальные конструктивные размеры и особенности кранов (см. рис. 1): высоты расположения центров пят стрел, расстояния от них до осей вращения платформ, толщины и конфигурации стрел и др. Они заметно разнятся у различных кранов.

Учитывая это, расчёты могут выполняться по упрощённым схемам «с запасом», но они могут привести к выбору кранов слишком мощных и дорогостоящих.





**Рисунок 1 – Пример расчетной схемы для выбора стрелового крана по техническим параметрам при движении крана вдоль пролета:**

1 – ось стрелы; 1.1 – ось блока полиспаста на головке стрелы; 1.2 – центр пяты стрелы; 2 – колонна; 3 – стропильная ферма; 4 – плита покрытия; 5 – грузозахватное приспособление; 6 – крюк; 7 – полиспаст; 8 – ось неуправляемого гуська

В связи с изложенным рекомендуем сначала выбрать кран определённой модели аналитическим методом с использованием в формулах некоторых ориентировочных размеров «с запасом», гарантирующим применимость крана выбранной модели, а затем проверить применимость кранов с меньшими грузовысотными характеристиками графоаналитическим методом. Проверку следует выполнить по определяющим элементам – грузам, требующим при подаче (установке) наибольших высот и вылетов крюка, грузоподъёмности, длин стрел. По нашим сведениям определяющих элементов бывает обычно не больше трёх или четырёх.

Минимально допустимую длину стрелы ( $l_{min}$ ) и требуемый вылет крюка крана ( $L_{mp}$ ) можно рассчитать по формулам, приведённым в сборнике задач [1]. Формулы для определения оптимального угла между осью стрелы и горизонтом ( $\alpha$ ), обеспечивающего  $l_{min}$  и саму величину  $l_{min}$ , а так же  $L_{mp}$  были осовременены в соответствии с требованиями СНиП [2, 3]. В них учитываются (см. рис. 1) по вертикальному разрезу, проведенному через ось стрелы, положения точек конструкций здания или сооружения ( $S$ ), ближайших стреле в момент подачи определяющего элемента (например плиты покрытия)  $S_1$  – устанавливаемого или  $S_2$  – установленного или возведенного ранее. Причём ось стрелы рассматривается прямой, проходящей через ось блока полиспаста на головке стрелы и центром пяты стрелы.

Стрела должна находиться на расстоянии не ближе 1 м по горизонтали и 0,5 м по вертикали от точек  $S_1$  и  $S_2$  «в свету». Поэтому, если нижние линии контура стрелы располагаются ниже её оси, безопасные расстояния от оси ( $\Delta h$  и  $\Delta a$ ) должны быть больше 1 и 0,5 м соответственно. Поскольку требования СНиП к просвету по горизонтали больше, в дальнейших расчётах и построениях рекомендуем руководствоваться в основном ими.

Тангенс оптимального угла  $\alpha$  определяется по формуле

$$\operatorname{tg}\alpha = \sqrt[3]{(h_s - h_w)(a + \Delta a)} \quad (1)$$

Минимально допустимая длина стрелы и требуемый вылет крюка рассчитываются по формулам:

$$l_{\min} = l_1 + l_2 = (h_s - h_w)/\sin\alpha + (a + \Delta a)/\cos\alpha, \quad (2)$$

$$L_{mp} = a + \Delta a + ((h_s - h_w)/\operatorname{tg}\alpha) + c, \quad (3)$$

где  $h_s$  – расстояние от точки  $S$  до уровня стоянки крана, м;  $h_w$  – высота центра пяты стрелы над уровнем стоянки крана, м;  $a$  – расстояние от точки  $S$  до вертикали, проходящей через ось блока полиспаста и центр тяжести груза, м;  $\Delta a$  – безопасное расстояние от точки до оси стрелы по горизонтали, м;  $c$  – расстояние от центра пяты стрелы до оси вращения платформы крана, м.

Если одинаковые определяющие элементы устанавливаются на различных вылетах крюка, приходится выполнять расчёты и построения по двум или нескольким схемам, например, когда одинаковые плиты покрытия одноэтажного здания и средние, и крайние в ячейке планируются устанавливать с одной стоянки крана. Можно воспользоваться и одной схемой по примеру (см. рис. 1), но вести вычисления и построения «с запасом».

В расчётах индивидуальные конструктивные размеры рекомендуем принимать ориентировочно по данным, приведённым в таблице 1.

Таблица 1 – Значения величин, рекомендуемых для использования при выборе стрелковых гусеничных кранов

Модели кранов (максимальная грузоподъёмность, т)	Расчётные параметры, м		
	$h_w$	$C$	$\Delta a$
МКГ-25.01 (25)	1,6	0,9	1,2
ДЭК-251(25)	2,0	1,2	1,2
ДЭК-50 (50), ДЭК-631 (63), СКГ-631 (63)	1,8–2,0	2,0–2,1	1,1–1,2
МКГС-100.01 (100), МКГС-125.01 (125)	2,5	2,5	2,0
«КОВЕЛКО» 7035 (35)	1,5	0,9	1,7
«КОВЕЛКО» 7055 (55), ВМЕ 550 HD (90) ВМЕ 700 HD (70), ВМЕ 800 HD (80), СКЕ 600 (45)	1,7–1,8	1,1	1,7–1,8
«КОВЕЛКО» 7070 (70)	1,7	1,4	1,8
«КОВЕЛКО» 7090 (90), ВМЕ 900 HD (90)	2,0	1,1–1,3	1,7–1,8
«КОВЕЛКО» 7120 (120), СКЕ 1350 (135)	2,5	1,4	2,2

При расчётах «с запасом» по кранам соответствующей грузоподъёмности можно принимать величины  $h_w$  – меньшие, а  $C$  и  $\Delta a$  – большие. Графоаналитическое решение возможно в нижеописанной последовательности:

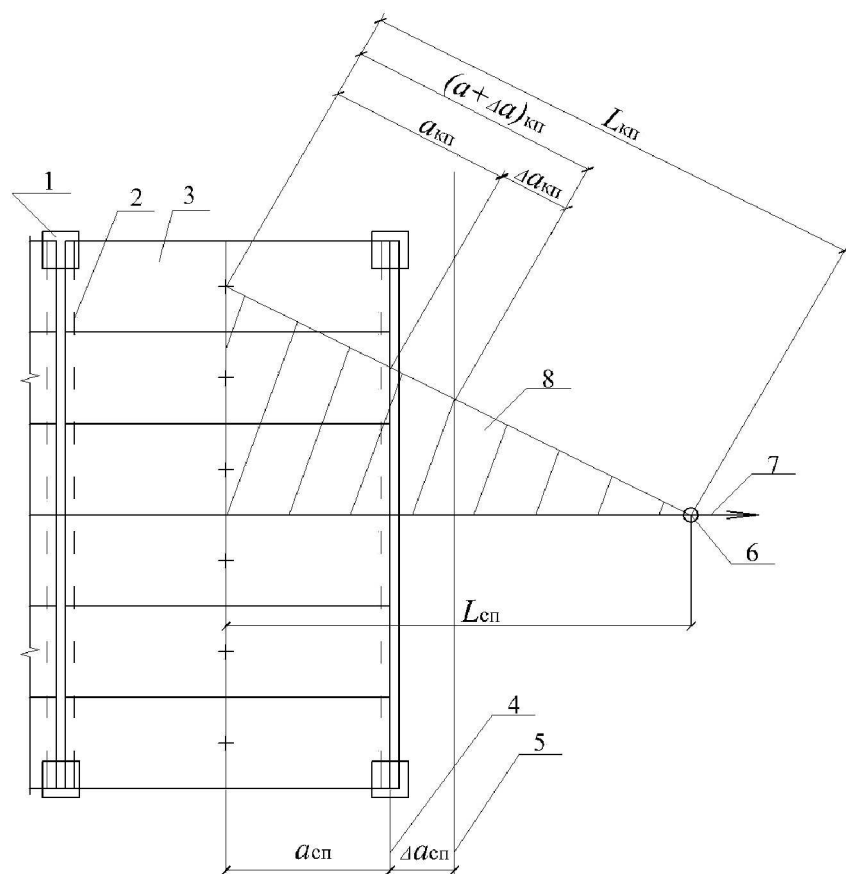
1. Выбирается второй кран со стрелой не меньшей  $l_{\min}$ , но с меньшими грузовыми характеристиками и мощностью [4].

2. По грузовысотным характеристикам последнего крана (по диаграммам или таблицам) устанавливается максимально возможный вылет крюка, соответствующий требуемой грузоподъёмности определяющих элементов, на котором предусматривается установка наиболее удалённого из них. Соответствующая стоянка на линии движения крана отмечается на масштабном плане захватки или её фрагмента. В дальнейшем методика излагается на примере монтажа или покрытия одноэтажного каркасного здания.

3. Рассматривается горизонтальный прямоугольный треугольник, в котором вершинами углов являются (см. рис. 2):

- центр тяжести (ЦТ) крайней плиты в ячейке здания;
- стоянка крана по оси его пути на максимально возможном вылете крюка –  $L_{кп}$ ;
- точка пересечения оси пути с прямой, проходящей через ЦТ плит.

Гипотенуза ( $L_{кп}$ ) и катет (с ЦП плит) позволяют определить размер второго катета, который, при ширине плит не более 3 м, с точностью до 0,1 м можно принять за вылет крюка для средних плит –  $L_{сп}$ .



**Рисунок 2 – Расчетная схема для определения вылетов крюка и безопасных расстояний при монтаже плит покрытия:**

1 – колонна; 2 – стропильная ферма; 3 – плита; 4 – линия точек  $S$ ; 5 – линия точек  $S'$ ; 6 – стойка крана; 7 – ось пути крана; 8 – расчетный треугольник

4. Для проверки допустимости применения крана по безопасному приближению стрелы к конструкциям здания строятся 2 вертикальных разреза (см. рис. 3) через ось стрелы в момент установки крайних и средних плит ячейки здания, отражаемые на графике. На вертикальной и горизонтальной осях должны располагаться концы стрелы (ось блока полиспаста на головке стрелы и центр пяты стрелы, от которого отсчитываются высоты  $h$ ). Горизонтальные проекции стрелы устанавливаются по вылетам крюка за вычетом  $S$ .

5. На графике следует показать точки  $S'$ , которые могут располагаться на оси стрелы при её предельно допустимом приближении по горизонтали к верхнему ребру плиты – к точке  $S$ . Сначала определяется расстояние от ЦТ средних плит до оси стрелы  $(a + \Delta a)_{сп}$ , где  $a$  – половина длины плиты, а  $\Delta a$  – принимается по индивидуальной конфигурации стрелы проверяемого крана.

6. Расстояние от ЦТ крайних плит до оси стрелы  $(a + \Delta a)_{кп}$  определяется с учётом угла отклонения стрелы от оси пути крана по пропорциональной зависимости (см. рис. 2, 3).

$$(a + \Delta a)_{кп} = (a + \Delta a)_{сп} L_{кп} / L_{сп}. \quad (4)$$

При стропильных фермах с параллельными поясами точки  $S'_{сп}$  и  $S'_{кп}$  расположатся на одном уровне. Если точки  $S'$  окажутся ниже оси стрелы, безопасные расстояния обеспечены и проверяемый кран применим.

Подобная методика приемлема для выбора и других типов кранов, например, когда шарниры крепления управляемых гуськов башенно-стреловых кранов и шарниры крепления подъёмных стрел башенных кранов располагаются ниже конструкций строительного объекта.

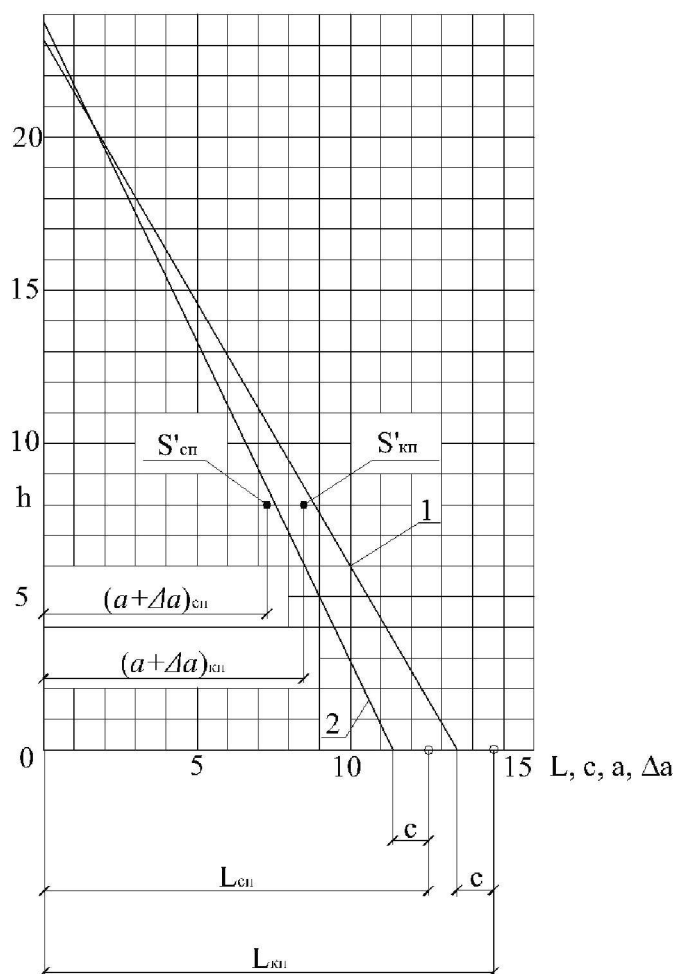


Рисунок 3 – Пример графической проверки возможности использования крана СКГ-401 со стрелой длиной 27 м на монтаже плит покрытия:

1 – положение оси стрелы при монтаже крайних плит; 2 – положение оси стрелы при монтаже средних плит

### Литература:

1. Анюховский А.Н. и др. Сборник задач по технологии и организации строительного производства. – М. : Стройиздат, 1967.
2. СНиП 12-03-2001. Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования. – М. : ГУПЦПП, 2001.
3. СНиП 12-04-2002. Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство. – М. : ГУПЦПП, 2002.
4. Грузоподъёмные машины для монтажных и погрузочно-разгрузочных работ : Учебно-справочное пособие / М.Н. Хальфин, А.Д. Кирнев, Г.В. Несветаев, В.Б. Маслов, А.А. Козынько. – Ростов н/Д. : Феникс, 2006.

### References:

1. Anyuhovsky A. Collection of tasks in construction technology and organization of production. – M. : Stroiizdat, 1967.
2. SNIP 12-03-2001. Safety in construction. Part 1. General requirements. – M. : GUPTSP, 2001.
3. SNIP 12-04-2002. Safety in construction. Part 2. Construction production. M. : GUPTSP, 2002.
4. The lifting machines for assembly and handling operations: Training manual / Halfin M., Kearney A., Nesvetaev G., Maslov V., Kozynko A. – Rostov n/D. : Phoenix, 2006.

УДК 528

## ТЕХНОЛОГИЯ ОПТИМИЗАЦИИ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА, ПОЛУЧЕННОЙ ПО ДАННЫМ ВОЗДУШНОГО ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ

### OPTIMIZATION TECHNOLOGY OF DIGITAL ELEVATION MODELS OBTAINED BY AIRBORNE LASER SCANNING DATA

#### Осенняя Анна Витальевна

кандидат технических наук,  
заведующий кафедрой кадастра и геоинженерии  
Кубанского государственного  
технологического университета  
Тел.: 8 (903) 453-22-67  
set@id-yug.com

#### Корчагина Елена Васильевна

студент-магистрант  
кафедры кадастра и геоинженерии  
Кубанского государственного  
технологического университета,  
Тел.: 8 (918) 120-09-74

**Аннотация.** Данная статья посвящена проблемам оптимизации цифровой модели рельефа при создании топографических планов и карт.

**Ключевые слова:** воздушное лазерное сканирование, цифровая модель рельефа, оптимизация, GRID-поверхность.

#### Osennaya Anna Vitalyevna

Ph. D., Associate Professor of  
inventory and geo-engineering  
Kuban State University of Technology  
Tel.: 8 (903) 453-22-67  
set@id-yug.com

#### Korchagina Elena Vasilyevna

postgraduate of inventory  
and geo-engineering  
Kuban State University of Technology  
Тел.: 8 (918) 120-09-74

**Annotation.** This article focuses on the problems of optimization of digital elevation model to create topographic maps and plans.

**Keywords:** airborne laser scanning, digital elevation model, optimization, GRID-surface.

На сегодняшний день воздушное лазерное сканирование – один из самых эффективных методов сбора информации о рельефе местности, а иногда и единственный на территории труднодоступные, заболоченные, песчаные, покрытые густой древесной растительностью.

Лазерная локация в сравнении с традиционными методами получения сведений о земной поверхности на обширные участки местности, позволяет собрать необходимые характеристики о рельефе с высокой скоростью, точностью и детальностью.

Результатом работы сканирующей системы является 3D «облако» точек, которое впоследствии подлежит классификации по признаку «земля/не земля».

Одним из методов построения цифровой модели рельефа по отфильтрованным в класс «земля» точкам лазерной локации является триангуляция Делоне. Созданная таким образом цифровая модель отображает фактически истинный рельеф местности (на открытой, незалесенной территории плотность точек земли составляет около 2–4 на 1 м<sup>2</sup>). Даже для крупномасштабных планов и карт такая детальность явно излишняя. К тому же графическое отображение горизонталей, в виде ломаных и «дрожащих» изолиний совершенно не соответствует привычному изображению рельефа на топографических картах соответствующих масштабов и неприемлемо для печатной версии.

Возникает необходимость оптимизации цифровой модели рельефа, с сохранением точности планового и высотного положения горизонталей, удовлетворяющей требованиям нормативно-технической документации [1]. На сегодняшний день существует достаточно большое количество алгоритмов, позволяющих сглаживать рельеф

до полиграфического качества типа «сплайн». Но в результате их применения, возникает проблема потери точности планового и высотного положения редактируемых объектов. Требуется значительная ручная доработка. А это увеличение времени и затрат на производство работ.

Анализ инструментов, позволяющих выполнять задачи по оптимизации рельефа в различных программных продуктах компаний, таких как Autodesk, Terrasolid, ESRI, ArcGIS показал необходимость комплексного подхода к реализации алгоритма.

Предлагаемый нами метод использует в качестве основы для построения оптимизированного рельефа набор из нескольких GRID (регулярная сетка) поверхностей ЦМР, полученных с разной степенью оптимизации, построенных на основе исходного массива точек, отфильтрованных в класс «земля» и наиболее подходящих для описания различных участков земной поверхности.

Процедура построения моделей с различной степенью оптимизации представляет собой комплекс алгоритмов матричной обработки и является итерационным процессом, выполняемым определенное количество раз в зависимости от требований к степени оптимизации поверхности.

Затем, на каждой из полученных таким образом поверхностей, в локальных областях применяется алгоритм аппроксимации и удаления случайных отклонений в пределах окрестности. Окрестность представляет собой некоторую область, содержащую точки, приближенные к поверхности по своему высотному положению и находящиеся в пределах допусков по точности, установленных нормативной документацией. Размер окрестности выбирается в зависимости от плотности точек лазерного отражения и типа рельефа. При этом применительно к каждому объекту настраивается инструмент оптимизации, выбираются наиболее подходящие параметры.

В результате использования такого алгоритма исключается возможность появления случайных скачков значений на обработанном материале, уменьшается степень влияния отдельно локализованных областей с резко отличающимися значениями на общую картину рельефа.

Современное программное обеспечение позволяет провести анализ точности цифровой модели рельефа, получаемой в результате такого комбинированного подхода на каждом этапе.

Алгоритм простой. Вычисляется модуль разницы координаты Z каждой исходной точки и ее проекции на оптимизированную поверхность. Результат возможно представить как в виде статистической сводки, так и в виде областей на плане. По количеству расхождений, а также по их скоплению в тех или иных областях рельефа можно судить о степени точности и корректности оптимизированной модели рельефа относительно исходной.

Подводя итоги, можно сказать, что предлагаемая авторами технология обработки точек лазерной локации позволяет получить оптимизированную цифровую модель рельефа, удовлетворяющую требованиям точности нормативно-технических документов и пригодную для печатной версии.

#### **Литература:**

1. ГКИНП (ГНТА) – 02-036-02. Инструкция по фотограмметрическим работам при создании цифровых топографических карт и планов. – М. : ЦНИИГАиК, 2002.
2. СП47.13330, СНиП 11-02-96 2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. – М., 2013.

#### **References:**

1. GKINP (GNTA) – 02-036-02. User photogrammetric workflow for digital topographic maps and plans creation. – М. : TsNIIGAiK, 2002.
2. SP47.13330 SNIP 11-02-96 2012 Engineering survey for construction. Key provisions. – М., 2013.

УДК 332:68

## ПРИМЕНЕНИЕ ЛИЗИНГА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

### USE OF LEASING SCHEMES FOR IMPROVING THE COMPETITIVENESS OF ROAD TRANSPORT ENTERPRISES

**Коновалова Т.В., Надирян С.Л.**  
Кубанский государственный  
технологический университет, Краснодар, Россия  
Тел.: 8 (918) 465-80-19  
set@id-yug.com

**Аннотация.** В статье рассмотрены оптимальные способы решений задач, позволяющих экономике страны эффективно освоить необходимые объемы перевозок при возможно малых затратах средств. Применение лизинговых операций позволит наиболее эффективно решить проблему капиталовложений в развитие инфраструктуры объектов транспорта.

**Ключевые слова:** транспорт, логистика, лизинг, кредит, инвестиции.

**Konvalova T.V., Nadiryan S.L.**  
Kuban State University of Technology,  
Krasnodar, Russia  
Tel.: 8 (918) 465-80-19  
set@id-yug.com

**Annotation.** The article considers the optimal ways of decisions tasks to allow the economy to effectively learn the necessary traffic volumes at low cost of funds. The use of leasing operations will allow to more effectively solve the problem of investments in development of infrastructure of transport.

**Keywords:** transport, logistics, leasing, credit, investments.

Современная рыночная экономика России ставит перед автотранспортными предприятиями ряд задач, главными из которых являются: адаптация в необычных для них условиях возрастающей конкуренции, сокращение рынка сбыта из-за высоких цен на выпускаемую продукцию и проблема неплатежей, сложности поиска поставщиков сырья, материалов и ограниченности финансовых ресурсов. При этом современные предприятия для обеспечения конкурентоспособности предприятия должны обладать рядом особых качеств: большой гибкостью, способностью быстро менять ассортимент [1, 4].

В связи с упомянутыми изменениями экономических условий хозяйствования, а также в связи с преобразованием под воздействием научно-технического прогресса сферы производства появляется острая необходимость поиска и внедрения, нетрадиционных для национальной экономики многих стран методов обновления материально-технической базы и модификации основных фондов субъектов предпринимательства. Одним из таких методов является лизинг.

Лизинг объединяет элементы внешнеторговых, кредитных и инвестиционных операций. Наиболее существенными выгодами от получения оборудования по лизингу являются: возможность применения механизма ускоренной в 3 раза амортизации; сокращение налога на имущество, налогооблагаемой базой для которого становится быстро уменьшаемая остаточная стоимость оборудования; отнесение лизинговых платежей на себестоимость продукции (работ, услуг) лизингополучателя, позволяющие снизить налогооблагаемую базу по налогу на прибыль, тогда как при покупке оборудования за счет полученного кредита выплата процентов за пользование финансовыми ресурсами более чем на половину осуществляется за счет прибыли предприятия, остающейся после налогообложения.

Исходя из многолетней истории лизинга, следует, что это очень выгодный вид бизнеса, если стараться разумно предусматривать все риски.

В современных условиях, когда обесценивание денежных средств и дорогие кредиты ставят предпринимателей на грань выживания, лизинг как одна из форм инве-

стиционной деятельности становится не только привлекательной, но и крайне необходимой формой обновления основных фондов предприятий, позволяющей выстоять в жестких законах бизнеса.

До 80 % всех сделок, связанных с приобретением основных фондов для предприятий, проходят с использованием лизинговых схем. В лизинг сдаются транспортные средства, сельскохозяйственное, складское, холодильное, медицинское, полиграфическое, офисное оборудование, компьютеры и многое другое. Причем преимущества лизинга особенно видны в отраслях с высокой долей основных средств: строительство, транспорт и т.д.

Применение лизинга позволяет, в частности, расширить множество допустимых вариантов технического оснащения предприятий, таких, например, параметров, как количество погрузочно-разгрузочных машин, автотранспорта и др. Проблема обновления оборудования становится одной из самых актуальных в сложившихся экономических условиях. Это касается и подъемно-транспортной техники, парк которой в значительной степени физически изношен и является морально устаревшим [3, 4].

Таким образом, решение обновления транспортной техники связано, прежде всего, с привлечением значительных финансовых средств, т.е. инвестициями. И в этом смысле акцент необходимо делать на широкое распространение лизинговых операций по приобретению дорогостоящего оборудования, что позволит поддерживать его в работоспособном состоянии, расширить возможности по его вторичному использованию, а также решить проблемы с его реновацией и модификацией. Эффективность лизинговых сделок состоит в активизации инвестиционного процесса, повышении конкурентоспособности мелкого и среднего бизнеса. Применение лизинговых операций позволит наиболее эффективно решить проблему капиталовложений в развитие инфраструктуры объектов транспорта по сравнению с банковским кредитованием, так как приобрести парк необходимой, современной, как правило, дорогостоящей техники за собственные средства не под силу даже устойчиво работающим транспортным компаниям.

Поиски оптимальных решений, позволяющих экономике страны эффективно освоить необходимые объемы перевозок при возможно малых затратах средств, в настоящее время относятся к основным задачам стабилизации и дальнейшего подъема как промышленности, так и сельского хозяйства. Степень удовлетворения различными видами транспорта потребностей общества в грузовых и пассажирских перевозках неодинакова.

### **Литература:**

1. Коновалова Т.В., Надирян С.Л. Бюджетирование в системе управления учета автотранспортного предприятия // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2013. – № 1. – С. 313–315.
2. Сухарев О.С., Ильина О.Б. Анализ динамики структурных сдвигов региональной экономической системы типа особой экономической зоны // Вестник Южно-Российского государственного технического университета (Новочеркасского политехнического института). Серия: Социально-экономические науки. – 2012. – № 4. – С. 79–100.
3. Соловьева О.В. К вопросу о роли прямых иностранных инвестиций в инвестиционном обеспечении сферы услуг // Научные исследования. Серия: Общественные науки. – 2008. – № 2. – С. 14–18.
4. Коновалова Т.В., Надирян С.Л. Оптимизация инвестиций транспортно-логистическую деятельность предприятия // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2013. – № 3. – С. 208–210.

### **References:**

1. Konovalova T.V., Nadiryan S.L. Budgeting in the system of management accounting motor transport enterprise // Humanitarian, socio-economic and the social Sciences. – 2013. – № 1. – P. 313–315.



2. Sukharev O.S., Ilyina O.B. Analysis of the dynamics of structural shifts in the regional economic system type of the special economic zone // Herald of the South-Russian state technical University (Novocherkassk Polytechnical Institute). Series: Socio-economic Sciences. – 2012. – № 4. – P. 79–100.

3. Soloveva O.V. To the question about the role of foreign direct investment in the investment provision of the services sector // Scientific research. Series: Social Sciences. – 2008. – № 2. – P. 14–18.

4. Konovalova T.V., Nadiryan S.L. Optimization of investment in transport and logistics activities of the enterprise // Humanitarian, socio-economic and the social Sciences. – 2013. – № 3. – P. 208–210.



**ИННОВАЦИОННЫЕ  
ТЕХНОЛОГИИ  
В ОБРАЗОВАНИИ**

---



УДК 882

## ТВОРЧЕСТВО УЛИЦКОЙ В КОНТЕКСТЕ СОВРЕМЕННОЙ КРИТИКИ

### WORKS BY ULITSKAYA IN CONTEXT OF THE MODERN RUSSIAN CRITICISM

**Коваленко Артём Александрович**

аспирант кафедры русской литературы и поэтики  
Сибирского Федерального Университета  
Тел.: 8 (913) 031-03-04  
set@id-yug.com

**Kovalenko Artyom Aleksandrovich**

Graduate student of chair of  
the Russian literature and poetics  
Siberian Federal University  
Tel.: 8 (913) 031-03-04  
set@id-yug.com

**Аннотация.** Статья посвящена обзору современных подходов изучающих творчество Л. Улицкой. Цель выделить основные направления изучающие Улицкую, мы остановились на пяти подходах: мифопоэтика, этнопоэтика, гендерный аспект, семантический подход и новейшая герменевтика. Подробно рассмотрев основных представителей каждого метода, нам удалось наметить наиболее перспективный подход для дальнейших исследований.

**Annotation.** The article reviews contemporary study approaches of L. Ulitskaya's works. Our aim is to identify the main research areas in studying the works of L. Ulitskaya. We pointed out five approaches: mythopoetics, ethno-ethics, the gender aspect, semantic approach and contemporary hermeneutics. Having studied the main exponents of each approach, we were able to identify the most promising approach for further research.

**Ключевые слова:** Л. Улицкая, миддл-литература, постмодернизм, мифопоэтика, этнопоэтика, гендерный аспект, семантический подход, герменевтика.

**Keywords:** L. Ulitskaya, middle-literature, postmodernism, mythopoetics, ethno-ethics, gender aspect, semantic approach and hermeneutics.

С момента первых публикаций Л. Улицкой в журнале «Огонек» прошло около тридцати лет. Всё это время писательница пополняла полки читателей своими трудами, а литературоведенье порождало тексты, осмыслившие её творчество. Сегодня Улицкая по праву считается одним из самых читаемых и востребованных авторов.

Современные критики относят литератора к представителям современной «миддл-литературы»<sup>1</sup>. В. Юзбашев причисляет автора к течению беллетристов, исторически противостоящих высокой прозе: «[«Веселые похороны»] Улицкой начисто лишены философских отступлений, эстетических изысков и авторских комментариев»<sup>2</sup>, «поражает удивительная способность беллетристики засасывать, проглатывать читателя»<sup>3</sup>.

Однако специалисты не пришли к единому мнению даже относительно проблематики творчества Улицкой. Вызвано это в том числе разнообразием подходов к её прозе. Мы можем выделить следующие из них: мифопоэтика, этноэтика, гендерный аспект, семантический подход и «новейшая герменевтика».

Самое большое количество исследований сделано с учетом *мифопоэтического* подхода. Н. Егорова определяет тексты Улицкой как «явление новой прозы»<sup>4</sup>, основная характеристика которой – размывание жанровых границ. Подобный осмысленный синтез помогает писательнице полностью «раскрыть» человека. Исследовательница подчеркивает присутствие авторской игры и строгую ориентацию писательницы на читателя, способного вникнуть в мифопоэтику текста, читателя «мыслящего категориями отечественной истории и культуры»<sup>5</sup>. Резюмируя, автор отмечает, что Улицкая «позволила освободить реалистическое письмо от социополитической детерминированности», относя современного автора к «маргиналам реализма и соцреализма»<sup>6</sup>.

<sup>1</sup> Чупринин С.И. «Миддл-литература» // НЛО. – 2007. – № 5.

<sup>2</sup> Юзбашев В. Параллельная литература // Знамя. – 1998. – № 11. – С. 221–222.

<sup>3</sup> Там же.

<sup>4</sup> Егорова Н.А. Проза Улицкой 1980–2000-х годов: проблематика и поэтика : дис. ... канд. фил. наук. – 2007.

<sup>5</sup> Там же.

<sup>6</sup> Там же.

Буквально за последние три года научный банк работ пополнился рядом интересных трудов О. Побивайло, изучавшая мифопоэтику Л. Улицкой. Исследовательница посмотрела на фабулу известных произведений автора сквозь семейные и архаические мифы<sup>1</sup>, идентифицировала поэтику Улицкой как существующую на стыке меж инволюционными и эволюционными процессами, что рождает особый, авторский «неомифологизм».

Опираясь на известную публикацию О. Дарка, назвавшим Улицкую явным представителем «постмодернизма»<sup>2</sup>, Т. Скокова смотрит на писательницу через призму поэтики постмодернизма. Исследовательница заключает, что элементы творчества литератора: темы, характеры, сюжеты – резонируют с классической литературой. Критик отметила, что автору удается органично совмещать «традиции русской классической литературы и эстетики постмодернизма»<sup>3</sup>, что составляет исключительность её творчества.

*Этнопоэтический* подход тоже является популярным среди исследователей. С. Беляков уверяет «книга Улицкой – это разумное, грамотное, хорошо обоснованное оправдание национализма»<sup>4</sup>. Подчеркивая, что «еврейская тематика, растворившись, присутствовала во всех значимых детищах автора, оставаясь незамеченной за широкой сюжетных поворотов семейных романов»<sup>5</sup>.

Дополняет картину критических обзоров Ю. Малецкий, изучающий роман «Даниэль Штайн переводчик» через религиозные источники. Автор разбирает убеждения Штайна, его транскрипцию еврейских вопросов и религиозно-исторического воздействия на нацию: «Так, от Христа к апостолам, от апостолов к епископам, от епископов к <...> первосвященникам, – непрерывная двухтысячелетняя преемственность, традиция <...> где не пропущено ни одно звено, нет ни одного разрыва... и тем более такого разрыва, куда можно бы вставить Даниэля Штайна и его общину»<sup>6</sup>.

М. Горелик рассматривает Л. Улицкую как автора произведений, пронизанных христианской мифологией, подчеркивая тем самым её уникальность и новаторство: «Признаки тринитарного и литературного богословия, экклезиологии, сотериологии, мариологии, христологии наполняют книгу»<sup>7</sup>. И дополняет, что образ героя произведения «Даниэль Штайн, переводчик», в понимании Улицкой, – «один из тех камней, на котором зиждется Церковь»<sup>8</sup>.

Анна и Константин Смородины в статье «Казус от Улицкой» рассматривают произведение, выстраивая семейные, еврейские, божественные смыслы около Евангелиевских мотивов<sup>9</sup>. Критики замечают особую Ветхозаветную структуру работ Улицкой, причем дело не просто в безвыходности мифологичного мира, построенного автором, а во всем, «даже интуитивном, неназванном, на что натываются в своих поисках герои повестей»<sup>10</sup>. Не могли оказаться незамеченными этноэтические мотивы, которые существенны в тексте.

На особой грани, между этносом и мифологическим аспектом строит свой анализ текстов Л. Улицкой критик К. Кокшенева, исследовательница находит истоки особого взгляда автора в историческом контексте взаимодействия еврейского этноса с христианской доктриной<sup>11</sup>. Утверждая, что сама Улицкая в духе своих героев строит тропу к новому вероотступничеству в России, и пускай К. Кокшениевой не импонируют сделанные выводы, она находит взгляды героев оригинальными.

<sup>1</sup> Побивайло О.В. Мифопоэтика прозы Людмилы Улицкой : дис. ... канд. фил. наук.– 2009.

<sup>2</sup> Дарк Л. Без/с бесов: чистые кристаллы постмодернизма после объяснений // Независимая газета. – 1994. – № 15.

<sup>3</sup> Скокова Т.А. Проза Людмилы Улицкой в контексте русского постмодернизма : дис. ... канд. фил. наук. – 2010.

<sup>4</sup> Беляков С.С. Казус Даниэля Штайна // Новый мир. – 2007. – № 5.

<sup>5</sup> Там же.

<sup>6</sup> Малецкий Ю.И. Роман Улицкой как зеркало русской интеллигенции // Новый мир. – 2007. – № 5.

<sup>7</sup> Горелик М.Я. Прощание с ортодоксией // Новый мир. – 2007. – № 5.

<sup>8</sup> Там же.

<sup>9</sup> Смородина А.И., Смородин К.В. «Казус от Улицкой» // Москва. – 2008. – № 8.

<sup>10</sup> Там же.

<sup>11</sup> Кокшенева К. Дыра нового атеизма: О романе Людмилы Улицкой «Даниэль Штайн, переводчик» // Вологодский лад. – Вологда, 2009. – № 1. – С. 226–234.

Многие литературоведы специально выделяют *гендерный аспект* в творчестве писательницы. Особое место занимает диссертация Т. Казариной, позволившей взглянуть на произведения Улицкой под углом женской прозы: «Л. Улицкая словно бы и всегда здесь была, прочно и уверенно занимала свое законное место на той литературной территории, которая называется у нас «женской прозой»<sup>1</sup>, – пишет исследовательница в рецензии на сборник Л. Улицкой «Русское варенье», считая автора образцом постмодернистского направления: «умение говорить одновременно о жизни и о литературе с жизнью и литературой делает ее героиню уже другой, постмодернистской формации»<sup>2</sup>.

На стыке мифопоэтического и гендерного подхода оказался обзор В. Елистратова «про Шурика, который “делал это» рецензент так до конца и не сумел определить характер центрального героя, варьируя понятия: «навязчиво библейско-ветхозаветный», «демон сострадания» с элементами «горьковского Луки». Подводя общий итог, автор заключает, что роман Л. Улицкой посвящен общей теме: «О тяжелой женской доле в мужском контексте»<sup>3</sup>.

Исследователь М. Золотоносов заключает, что Улицкая постоянно колеблется между семейным и женским романом современной поп культуры, в котором выражены «женские мечты», адаптируя форму классического романа к современным привычкам «легкого потребления»<sup>4</sup>.

Э. Лариева изучала концепцию семейственности и средства ее художественного воплощения в прозе автора. Ученая выявила, что в центре произведений У. Улицкой находится идеальная семья, её произведения «представляют собой своеобразную реконструкцию жанра семейной хроники, распространенного в русской литературе 19 – нач. 20 вв.»<sup>5</sup>. Исследователь выделяет персонажей, репрезентирующих семейные ценности, не забывая уточнить про огромное влияние героев семье-держателей: Сонечки (рассказ «Сонечка»), Медеи (роман «Медея и её дети»), Аарона (роман «Казус Кукоцкого»), которые рассматриваются в ранге «святых», отмеченных знаками праведничества. Все эти качества помогают Л. Улицкой собирать из деталей узнаваемых текстов «новую прозу», далее автор приходит к выводу, что работы Л. Улицкой образуют контекстуальное единство, пересекаясь на разных уровнях текста.

*Семантический подход* – важнейший в работах И. Кореловой, изучившей национальную концептосферу и идиоконцептосферу в творчестве писательницы. Используя концептуальную выборку из текстов Улицкой, рассматривая семантическую составляющую слов, выявляя особенности художественного мышления автора в лингвокультурных аспектах. Исследовательница в итоге предлагает модель индивидуально авторской концептосферы Л. Улицкой<sup>6</sup>.

Не менее любопытной кажется работа А. Товт, в которой изучается исходная авторская семантика в прозе ранних произведений Улицкой. А. Товт раскрыла семантику слов со значением «быт» и «цвет», определяя системы задействованных слов в создании художественного мира, «отражающего происходящие в языковой коммуникации исторические изменения»<sup>7</sup>.

Любопытно, что сама Л. Улицкая относит собственное творчество к *герменевтическому направлению*. Писательница утверждает: «Ирония, в конце концов, тоже не более чем прием. <...> Ирония тоже себя отработает и тогда придет нечто следующее, своего рода герменевтика, например. Или культурные шифры иного рода»<sup>8</sup>.

С. Григорьев подошла к вопросу с другой позиции, взяв за объект исследования повествовательные стратегии в прозаических произведениях Л. Улицкой. Исследова-

<sup>1</sup> Т. Казарина. Рецензия на сборник Л. Улицкой. URL: [http://www.a-z.ru/women\\_cd1/html/preobrazh\\_4\\_1996\\_e.htm](http://www.a-z.ru/women_cd1/html/preobrazh_4_1996_e.htm) (последняя дата обращения 10.11.13).

<sup>2</sup> Там же.

<sup>3</sup> Елистратов В. Про Шурика, который «делал это» // Знамя. – 2004. – № 8.

<sup>4</sup> Золотоносов М. Мужчина ее мечты // Московские новости. – 2004. – С. 7.

<sup>5</sup> Лариева Э.В. Концепция семейственности и средства ее художественного воплощения в прозе Л. Улицкой: дис. ... канд. фил. наук. – 2009.

<sup>6</sup> Корелова И.И. Национальная концептосфера и идиоконцептосфера: дис. ... канд. фил. наук. – 2009.

<sup>7</sup> Товт А.М. Исходное и авторское семантики цветослов: На примере рассказов Л. Улицкой // Вестн. Тамбов. ун-та. Сер.: Гуманит. науки. – Тамбов, 2009. – Вып. 9. – С. 181–186.

<sup>8</sup> Улицкая Л. Принимаю все, что дается // Вопросы литературы. – 2000. – № 1. – С. 234.

тельница решает, что нарратор прибегает к двум повествовательным маскам: всезнающего, вездесущего автора, стоящего над миром персонажей, и нарратор-свидетель происходящих событий. Но, развиваясь, творческие коммуникационные стратегии усложняются, во второй половине творчества Л. Улицкая резко преобразует стиль, изменяя стиль беседы с читателем, максимально вовлекая реципиентов в обсуждение поставленных автором вопросов. Работая и ориентируясь на различные группы общества, Улицкая сумела «совместить несколько смысловых и стилеобразующих пластов»<sup>1</sup>, оставляя за читателем право «открывать именно тот пласт информации, который ему предназначен»<sup>2</sup>.

Нет никаких сомнений, что Л. Улицкая предлагает «проницательному читателю» герменевтическую игру, составленную из переосмысленных, «дописанных» сюжетов мировой классики, живописи, кинематографии, которые и нужно расшифровать, чтобы обнаружить следы первоисточника, первоисточника, предложенного человечеству Творцом. Тогда именно в герменевтической традиции кажется плодотворным построить новое исследование, изучая взаимоотношения внутри текстовых единиц. Подобный анализ поможет в определении организации художественных текстов и языка художественной культуры Улицкой в целом.

### Литература:

1. Беляков С.С. Казус Даниэля Штайна // Новый мир. – 2007. – № 5.
2. Горелик М.Я. Прощание с ортодоксией // Новый мир. – 2007. – № 5.
3. Григорь С.А. Повествовательные стратегии в прозе Улицкой : Автореф. дис. ... канд. фил. наук. – 2012.
4. Дарк Л Без/с бесов: чистые кристаллы постмодернизма после объяснений // Независимая газета. – 1994. – № 15.
5. Егорова Н.А. Проза Улицкой 1980–2000-х годов: проблематика и поэтика : дис. ... канд. фил. наук. – 2007.
6. Кокшенева К. Дыра нового атеизма: О романе Людмилы Улицкой «Даниэль Штайн, переводчик» // Вологодский лад. – Вологда, 2009. – № 1. – С. 226–234.
7. Корелова И.И. Национальная концептосфера и идиоконцептосфера : дис. ... канд. фил. наук – 2009.
8. Крутиков М. Опыт российской еврейской эмиграции и его отражение в прозе 90-х годов // Диаспоры. – М., 2000. – № 3. – С. 212–234.
9. Лариева Э.В. Концепция семейственности и средства ее художественного воплощения в прозе Л. Улицкой : дис. ... канд. фил. наук. – 2009.
10. Магомедова М.В. Духовность как приоритет в нравственно-философском кредо героинь Л. Улицкой // Духовно-нравственные основы русской литературы. – Кострома, 2007. – Ч. 2. – С. 145–148.
11. Малецкий Ю.И. роман Улицкой как зеркало русской интеллигенции // Новый мир. – 2007. – № 5.
12. Побивайло О.В. Мифопоэтика прозы Людмилы Улицкой : дис. ... канд. фил. наук. – 2009.
13. Рудалев А.Г. «Код Улицкой» // Наш современник. – 2008. – № 3.
14. С.И. Чупринин. «Миддл-литература» // НЛО. URL: <http://magazines.russ.ru/znamia/red/chupr/book/midllit121.html>
15. Серебрякова Е.Г. Тема эмиграции в прозе С. Довлатова и Л. Улицкой // Филол. зап. – Воронеж, 2006. – Вып. 25. – С. 245–253.
16. Скокова Т.А. Проза Людмилы Улицкой в контексте русского постмодернизма : дис. ... канд. фил. наук. – 2010.
17. Смородина А.И., Смородин К.В. «Казус от Улицкой» // Москва. – 2008. – № 8.
18. Т. Казарина Рецензия на сборник Л. Улицкой. URL: [http://www.a-z.ru/women\\_cd1/html/preobrazh\\_4\\_1996\\_e.htm](http://www.a-z.ru/women_cd1/html/preobrazh_4_1996_e.htm) (последняя дата обращения 10.11.13).

<sup>1</sup> Григорь С.А. Повествовательные стратегии в прозе Улицкой : Автореф. дис. ... канд. фил. наук. – 2012.

<sup>2</sup> Там же.



19. Товт А.М. Исходное и авторское семантики цветослов: На примере рассказов Л. Улицкой // Вестн. Тамбов. ун-та. Сер.: Гуманит. науки. – Тамбов, 2009. – Вып. 9. – С. 181–186.
20. Улицкая Л. «Принимаю все, что дается» // Вопросы литературы. – 2000. – № 1. – С. 234.
21. Щукина К.А. Речевые особенности проявления повествователя, персонажа и автора в современном рассказе : дис. ... канд. фил. наук. – 2004.
22. Юзбашев В. Параллельная литература // Знамя. – 1998. – № 11. – С. 221–222.

**References:**

1. Belyakov S.S. CazousDanieliaShtayna // New world. – 2007. – No. 5.
2. Gorelik M.Ya. Farewell to orthodoxy // New world. – 2007. – No. 5.
3. Grigor' S.A. narrative strategy in Ulitskaya : the thesis Abstract on competition of a scientific degree of Candidate of Philology. – 2012.
4. Darc L. From demons: pure crystals of a postmodernism after explanations // the Independent newspaper. – 1994. – No. 15.
5. Egorova N.A. ProzaUlitskoy 1980–2000 of years: perspective and poetics : thesis on competition of a scientific degree of Candidate of Philology. – 2007.
6. Koksheneva K. the Hole of new atheism: About Lyudmila Ulitskaya's novel "Daniel Stein, translator" // Vologda harmony. – Vologda, 2009. – № 1. – P. 226–234.
7. Korelova I.I. A natsionalnaya kontseptosfer and an idiokontseptosfer : the thesis on competition of a scientific degree of Candidate of Philology. – 2009.
8. Krutikov M. Experience of the Russian Jewish emigration and its reflection in prose of the 90th years // Diasporas. – M., 2000. – № 3. – P. 212–234.
9. Lariyeva E.V. The concept of domesticity and means of its artistic realization in L. Ulitskaya : the thesis on competition of a scientific degree of Candidate of Philology. – 2009.
10. Magomedov M.V. Dukhovnost as a priority in moral and philosophical credo of heroines of L. Ulitskaya // Spiritual and moral bases of the Russian literature. – Kostroma, 2007. – H. 2. – P. 145–148.
11. Maletsky Yu.I. Ulitskaya's novel as Russian intellectuals mirror // New world. – 2007. – No. 5.
12. Pobivaylo O.V. Mifopoetika of Lyudmila Ulitskoy : thesis on competition of a scientific degree of Candidate of Philology. – 2009.
13. Rudalev A.G. "Ulitskaya's code" // Our contemporary. – 2008. – № 3.
14. S.I. Chuprinin. "Middle-literature" // NLO. URL: <http://magazines.russ.ru/znamia/red/chupr/book/midllit121.html>
15. Serebryakova E.G. Tema of emigration in S. Dovlatov and L. Ulitskaya's prose // Filol. rew. – Voronezh, 2006. – Vyp. 25. – P. 245–253.
16. Skokova T.A. ProzaLyudmilyUlitskoy in a context of the Russian postmodernism : the thesis on competition of a scientific degree of Candidate of Philology. – 2010.
17. A.I. Smorodina, K.V. Smorodin. «An incident from Ulitskaya» // Moscow. – 2008. – № 8.
18. T. Kazarina. Retsenziya on L. Ulitskaya. URL: [http://www.a-z.ru/women\\_cd1/html/preobrazh\\_4\\_1996\\_e.htm](http://www.a-z.ru/women_cd1/html/preobrazh_4_1996_e.htm) (last date addresses 10.11.12).
19. Tovt A.M. Iskhodnoye and author's semantics: On the example of L. Ulitskaya's stories // Vestn. Tambov. Un-ta. It is gray ... sciences. – Tambov, 2009. – Vyp. 9. – P. 181–186.
20. Ulitskaya L. "I accept everything that is given" // literature Questions. – 2000. – No. 1. – P. 234.
21. Schukina K.A. Speech features of manifestation of the storyteller, the character and the author in the modern story : the thesis on competition of a scientific degree of Candidate of Philology. – 2004.
22. Yuzbashev V. Parallelnaya literature // Banner. – 1998. – No. 11. – P. 221–222.

УДК 378.147:378.018.43

## ГОТОВНОСТЬ К ЛИЧНОСТНО-ПРОФЕССИОНАЛЬНОМУ САМООПРЕДЕЛЕНИЮ В СТРУКТУРЕ СОЦИАЛЬНО-ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ

### PREPAREDNESS TO PERSONAL AND PROFESSIONAL SELF-DETERMINATION INVOLVED INTO SOCIAALLY-PROFESSIONAL COMPETENCE

**Романов Дмитрий Александрович**

кандидат педагогических наук,  
доцент, кафедра информационных систем  
и программирования

**Романова Марина Леонидовна**

кандидат педагогических наук,  
доцент, кафедра физики

**Гусева Дарья Николаевна**

студентка факультета компьютерных технологий  
и автоматизированных систем.  
ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный  
технологический университет», г. Краснодар

**Аннотация.** Социально-профессиональная компетентность индивида как единство его теоретической и практической готовности к профессиональной деятельности немислима без его готовности к личностно-профессиональному самоопределению. Это обусловлено тем, что личностно-профессиональное самоопределение происходит в течение всей жизни человека. Согласно современным воззрениям, готовность к самоопределению – личностно-профессиональное качество, т.к. оно обладает всеми необходимыми составляющими – соответствующими знаниями и умениями, мотивами и ценностями, практическим опытом. Несмотря на то, что готовность обучающегося к личностно-профессиональному самоопределению должна быть целевым ориентиром образовательного процесса, по-прежнему недостаточная разработанность модельных представлений о данном личностно-профессиональном качестве затрудняет проектирование инновационных образовательных технологий. Цель исследования – разработка моделей готовности к личностно-профессиональному самоопределению как личностно-профессионального качества и подсистемы социально-профессиональной компетентности обучающегося.

**Ключевые слова:** личностно-профессиональное самоопределение, готовность к самоопределению, социально-профессиональная компетентность, модель, уровни.

**Romanov Dmitry Alexandrovich**  
candidate of pedagogical sciences,  
lecturer

**Romanova Marina Leonidovna**  
candidate of pedagogical sciences,  
lecturer

**Guseva Daria Nickolaevna**  
Student.  
Kuban State Technological  
University, Krasnodar

**Annotation.** The socially-professional competence, reflected the theoretical and practical preparedness unity to professional activity, require the preparedness to personal and professional self-determination, because the personal and professional self-determination continues all over the life. To accordance in modern theories, the preparedness to self-determination is personal and professional ability, including all necessary components, such as knowledge's, skills, motives, values and practical experience. Although the preparedness to personal and professional self-determination should be an educational process purpose, the weak model of such personal and professional ability make difficult the innovative pedagogical technologies elaboration. The purpose of investigation is preparedness to personal and professional self-determination elaborating models reflected it as personal and professional ability and subsystem of socially-professional competence.

**Keywords:** personal and professional self-determination, preparedness to self-determination, socially-professional competence, model and levels.

**Актуальность исследования.** Личностно-профессиональное самоопределение – процесс, происходящий в течение всей жизни, поэтому готовность к нему должно быть обязательной составляющей социально-профессиональной компетентности, т.е. целост-

ным (системным) личностно-профессиональным качеством. Согласно современным воззрениям, готовность к личностно-профессиональному самоопределению включает когнитивный (знания о самоопределении), мотивационно-ценностный (мотивы к самоопределению и соответствующие ценности) и операционно-практический (умения самоопределения и практический опыт в нём) компоненты, а сформированность данного личностно-профессионального качества может находиться на трёх уровнях – низком (*начальном*), среднем (*базовом*), высоком (*личностно-деятельностном*). Вместе с тем, созданию моделей готовности обучающегося к самоопределению как личностно-профессиональному качеству уделяется недостаточно внимания. Слабая разработанность моделей готовности к самоопределению затрудняет проектирование образовательного процесса, учитывающего её (готовность к самоопределению) как целевой ориентир.

**Цель исследования** – разработка моделей готовности к личностно-профессиональному самоопределению как личностно-профессионального качества.

**Результаты исследования.** С нашей точки зрения, готовность к личностно-профессиональному самоопределению включает пять взаимосвязанных функциональных компонентов (табл. 1); следует разделять умения жизненно-профессионального самоопределения как инструментарий и опыт такого самоопределения как практическую реализацию знаний и умений. В то же время, когнитивный и технологический компоненты возможно безболезненно объединить в операционный компонент, т.к. в совокупности знания и умения – адекватный инструментарий для практического опыта жизненно-профессионального самоопределения. В целом сформированность указанной готовности может находиться на одном из пяти уровней (табл. 2).

**Таблица 1 – Компоненты готовности к личностно-профессиональному самоопределению**

<b>Компонент</b>	<b>Его характеристика</b>
Когнитивный	Знания о будущей профессии, о жизненно-профессиональном самоопределении
Мотивационный (ценностно-ориентационный)	Мотивы к жизненно-профессиональному самоопределению и будущей профессиональной деятельности, а также ценностное отношение к самоопределению
Технологический	Умения жизненно-профессионального самоопределения
Поведенческий (практико-деятельностный)	Практический опыт жизненно-профессионального самоопределения, саморазвитие компонентов готовности
Рефлексивный (регулятивный)	Самоанализ собственной готовности к самоопределению

**Таблица 2 – Уровни сформированности готовности к личностно-профессиональному самоопределению**

<b>Уровень</b>	<b>Его характеристика</b>
Нулевой	Низкий уровень всех компонентов готовности
Начальный (низкий, ситуативный)	Слабые знания о будущей профессии и самоопределении; мотивационно-ценностные ориентации проявляются ситуативно и невыраженно; в целом наблюдаются мотивы к самоопределению и первичный практический опыт в нём, но слаба взаимосвязь между компонентами готовности; слабо развиты умения самоопределения
Грамотности (средний, базовый)	Наличие небогатого, но системного арсенала знаний о будущей профессии и самоопределении; освоение отдельных умений самоопределения; мотивы к самоопределению приобретают определенную направленность, но не всегда четко выражены в плане установок; опыт самоопределения становится реальностью
Образованности (личностно-деятельностный, высокий)	Системное познание будущей профессии и самоопределения, целенаправленное овладение умениями самоопределения; устойчивые внутренние взаимосвязи между компонентами готовности; мотивационно-ценностные ориентации и опыт самоопределения имеют выраженную направленность и устойчивость; целенаправленное применение знаний и умений самоопределения становятся нормой
Творческий (социально-креативный, высший)	Глубокое понимание и убежденность в необходимости самоопределения; перманентность устранения слабых мест в профессиональной подготовленности; неразграниченность мотивов к самоопределению с мотивами к профессиональной деятельности в целом; тесная взаимосвязь готовности к самоопределению с иными личностными качествами; перманентное пополнение арсенала знаний и умений самоопределения, а также их применение в опыте самоопределения; готовность к самоопределению становится доминирующим фактором личностно-профессионального развития

Следует особо отметить высший уровень – творческий: на нём наблюдается неразрывная взаимосвязь готовности к личностно-профессиональному самоопределению с иными личностно-профессиональными качествами, включая интегральное – социально-профессиональную компетентность. У индивида происходит перманентное личностно-профессиональное саморазвитие, синхронное его учебно-профессиональной деятельности и жизнедеятельности в целом.

**Заключение.** Готовность к личностно-профессиональному самоопределению необходимо рассматривать как личностно-профессиональное качество и подсистему социально-профессиональной компетентности.

*Работа выполнена при финансовой поддержке РГНФ № 13-06 –  
“Мониторинг качества непрерывного образования”*

### Литература:

1. Ворошилова И.С. Поддержка студента в личностно-профессиональном самоопределении / И.С. Ворошилова, Н.П. Федорова, Д.А. Романов, Т.В. Тихомирова // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2013. № 2 (96). – С. 19–23.
2. Киселева Е.С. Математические модели преемственности в формировании личностно-профессиональных качеств / Е.С. Киселева, Л.Н. Караванская, М.Л. Романова, Р.В. Терюха // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2012. – № 6 (88). – С. 66–73.
3. Шапошникова Т.Л. Формирование толерантности студентов в условиях педагогического взаимодействия / Т.Л. Шапошникова, В.Г. Миненко, А.Е. Федюн // Наука. Техника. Технология. – 2013. – № 3. – С. 137–142.

### References:

1. I.S. Voroshilova, N.P. Fedorova, D.A. Romanov and T.V. Tihomirova. Students support in personal and professional self-determination // Uchenyie zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta. – 2013. – No. 2 (96). – P. 19–23.
2. E.S. Kiseleva, L.N. Karavanskaya, M.L. Romanova and R.V. Teryukha. Mathematical models of continuity in formation of personal and professional abilities // Uchenyie zapiski universiteta imeni P.F. Lesgafta. – 2012. – No. 10 (92). – P. 104–109.
3. T.L. Shaposhnikova, V.G. Minenko, A.E. Fedyun. Students tolerance formation during pedagogical interaction // Nauka. Technika. Technologia. – 2013. – No. 3. – P. 137–142.

## Порядок публикации статьи

- Статья, предоставляемая для публикации в журнале, должна быть ранее неопубликованной, актуальной, обладать новизной, **тщательно вычитана**.
- Статья должна соответствовать **Правилам оформления**.
- Содержание статьи должно соответствовать тематикам рубрик журнала.
- В стоимость публикации входит один печатный экземпляр журнала, публикация в сетевой версии журнала (на сайте <http://id-yug.com>), почтовая доставка, сопровождение в системе РИНЦ.

**Редакционный совет** в течение 3–5 дней рассматривает предоставленную статью. В случае положительного решения о публикации редакция направляет Вам договор (оферта), счет (квитанцию) на оплату.

В случае необходимости редакция может затребовать предоставление заключения внутрифирменных служб экспортного контроля по материалам статьи.

### Предоставляемая статья должна содержать следующие компоненты:

- Код УДК;
- Сведения об авторах (рус./англ.):
  - а) фамилия, имя, отчество (полностью);
  - б) ученая степень;
  - в) ученое звание;
  - г) должность, место работы (без сокращений);
  - д) контактный телефон;
  - е) контактный E-mail автора.
- Название статьи (рус./англ.);
- Аннотация (рус./англ.);
- Ключевые слова (рус./англ.);
- Основной текст статьи на русском языке (рекомендуется не менее 3-х страниц);
- Список литературы (рус./англ.).

Текст статьи должен быть набран в текстовом редакторе Word 1997–2007, шрифт Times New Roman, кегль – 14, межстрочный интервал – 1, абзацный отступ 1,25 см., все поля – 2,5 см, страницы не нумеровать, для выделений использовать *курсив*, **жирный шрифт**, а также их **сочетание**.

Таблицы набираются в текстовом редакторе Word 1997–2007, шрифт Times New Roman, кегль – 12. Таблицы нумеруются и подписываются. В тексте статьи указываются ссылки на таблицы.

Иллюстрации (рисунки, графики, диаграммы, фотографии) должны быть встроены в текст в виде картинок, в оттенках серого, разрешением 300 dpi. Иллюстрации нумеруются (нумерация сквозная арабскими цифрами) и подписываются. В тексте статьи указываются ссылки на иллюстрации.

Формулы набираются в редакторе формул Microsoft Equation 3.0. Все формулы должны иметь сквозную нумерацию арабскими цифрами. Номера формул оформляются в круглых скобках.

Сноски оформляются постранично.

Ссылки на литературу оформляются в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5-2008 и ГОСТ 7.82-2001. Ссылки оформляются в порядке упоминания или цитирования в тексте в квадратных скобках арабскими цифрами.

Более подробную информацию можно получить на сайте <http://id-yug.com>

## График выхода журнала и приема статей на 2014 г.

№ журнала	Прием статей до:	Выход журнала:
1	31 марта	15 апреля
2	30 июня	15 июля
3	30 сентября	15 октября
4	19 декабря	30 декабря

**НАУЧНЫЙ  
МУЛЬТИДИСЦИПЛИНАРНЫЙ ЖУРНАЛ**

**НАУКА. ТЕХНИКА. ТЕХНОЛОГИИ**  
**(политехнический вестник)**

**2013, № 4**

**<http://id-yug.com>**

Редактор: Семенов А.С.  
Оригинал-макет: Попова Л.С.  
Дизайн обложки: Попова Л.С.

Сдано в набор 30.12.2013  
Подписано в печать 13.01.2014  
Формат 60 x 84<sup>1</sup>/<sub>8</sub>. Бумага «Снегурочка»  
Печать riso. Уч.-изд. л. 5,74  
Тираж 500 экз.

Отпечатано в ООО «Издательский Дом-Юг»  
350072, г. Краснодар, ул. Московская, 2, корп. «В», оф. В-120  
Тел. 8-918-41-50-571

Заказ № 1079

e-mail: [olfomenko@yandex.ru](mailto:olfomenko@yandex.ru)

Сайт: <http://id-yug.com>