

Министерство образования и науки
Российской Федерации

НАУКА. ИННОВАЦИИ. ТЕХНОЛОГИИ

Научный журнал
Северо-Кавказского федерального
университета

ISSN 2308–4758



Выпуск № 1, 2016 г.

Выходит 4 раза в год

	«Наука. Инновации. Технологии» Научный журнал Северо-Кавказского федерального университета
Учредитель	Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Северо-Кавказский федеральный университет»
Главный редактор	д-р геогр. наук, профессор В. С. Белозеров
Редакционный	А. А. Левитская, председатель, ректор СКФУ, канд. филол. наук, доцент; А. А. Лиховид, заместитель председателя, проректор по научной работе и стратегическому развитию СКФУ, д-р геогр. наук, профессор; В. С. Белозеров, главный редактор, д-р геогр. наук, профессор; М. Ч. Залиханов, д-р геогр. наук, профессор, академик РАН (Высокогорный геофизический институт, г. Нальчик); А. Г. Храмцов, д-р техн. наук, профессор, академик РАН; Ю. Ю. Балега, д-р физ.-мат. наук, член-корр. РАН (САО РАН, п. Нижний Архыз); С. В. Рязанцев, д-р экон. наук, член-корр. РАН (ИСПИ РАН, г. Москва); И. М. Агибова, д-р пед. наук, профессор; Т. П. Бондарь, д-р мед. наук, профессор; В. С. Тикунов, д-р геогр. наук, профессор (МГУ им. Ломоносова, г. Москва)
Редакционная коллегия	М. Т. Абшаев, д-р физ.-мат. наук, профессор (Высокогорный геофизический институт, г. Нальчик); А. А. Лиховид, д-р геогр. наук, профессор; И. В. Бегдай, канд. техн. наук, доцент; В. С. Белозеров, д-р геогр. наук, профессор (главный редактор); Т. П. Бондарь, д-р мед. наук, профессор; В. Б. Бородулин, д-р мед. наук, профессор (Саратовский ГМУ Росздрава, г. Саратов); О. А. Бутова, д-р мед. наук, профессор; Т. И. Герасименко, д-р геогр. наук, профессор (Оренбургский гос. университет, г. Оренбург); В. А. Гридин, д-р геол.-минерал. наук, профессор; Л. И. Губарева, д-р биол. наук, профессор; Т. И. Джандарова, д-р биол. наук, доцент; Ю. И. Диканский, д-р физ.-мат. наук, профессор; Л. А. Диневич, д-р физ.-мат. наук, профессор (Тель-Авивский университет, г. Тель-Авив); К. В. Ерин, д-р физ.-мат. наук, профессор; А. И. Жакин, д-р физ.-мат. наук, профессор (Юго-Западный гос. университет, г. Курск); А. Р. Закинян, канд. физ.-мат. наук, доцент; А. О. Иванов, д-р физ.-мат. наук, профессор (Уральский федеральный университет им. Б. Ельцина); А. А. Коляда, д-р физ.-мат. наук, доцент (Белорусский гос. университет, г. Минск); А. Д. Лодыгин, д-р техн. наук, доцент; А. В. Лысенко, д-р геогр. наук, доцент; И. Н. Молодинова, канд. геогр. наук (Центрально-Европейский университет, г. Будапешт); В. И. Наац, д-р физ.-мат. наук, профессор; Т. Г. Нефедова, д-р геогр. наук, вед. науч. сотрудник РАН (ИГ РАН, г. Москва); П. М. Полян, д-р геогр. наук, вед. науч. сотрудник РАН (ИГ РАН, г. Москва); В. В. Разумов, д-р геогр. наук, профессор; Л. Д. Тимченко, д-р ветеринар. наук, профессор; Л. Д. Цатурян, д-р мед. наук, профессор (Ставропольский гос. мед. университет, г. Ставрополь); Н. И. Червяков, д-р техн. наук, профессор; В. А. Шальнев, д-р геогр. наук, профессор; Н. А. Щитова, д-р геогр. наук, профессор; А. С. Молахосеини, канд. наук, доцент (Исламский университет Азад, Керман, Иран)
Свидетельство о регистрации	ПИ № ФС77–52723 от 8.02.2013
Подписной индекс	Объединенный каталог. ПРЕССА РОССИИ. Газеты и журналы: 94011
Журнал включен	в БД «Российский индекс научного цитирования». Журнал «Вестник Ставропольского государственного университета» перерегистрирован в журнал «Наука. Инновации. Технологии» в связи с переименованием учредителя.
Журнал	в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, с 1 декабря 2015 г.
Адрес Телефон Сайт E-mail	355009, г. Ставрополь, ул. Пушкина, 1 (8652) 33-07-32 www.ncfu.ru nit_ncfu@mail.ru
ISSN	2308–4758

	«Science. Innovations. Technologies» North Caucasus Federal University
Founder	Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Professional Education «North Caucasus Federal University»
Editor in chief	V. S. Belozarov, Doctor of Geographical Sciences, professor
Editorial Council	A.A. Levitskaya, chairman, Rector SKFU, PhD. Philology Sciences, Associate Professor; A.A. Likhovid, Vice Chairman, Doctor of Geographical Sciences, Professor; V.S. Belozarov, Chief Editor, Doctor of Geographical Sciences, professor; M.Ch. Zalikhonov, Dr. of Geographical Sciences, professor, academician of the Russian Academy of Sciences (Mountain Geophysical Institute, Nalchik); A.G. Hramtsov, Dr. Technical Sciences, Professor, academician of the Russian Academy of Sciences; Y.Y. Balega, Dr. of Physical and Mathematical Sciences, corresponding member of the Russian Academy of Sciences (SAO RAS, p. Lower Arhiz); S.V. Ryazantsev, Dr. of Economic Sciences, corresponding member of the Russian Academy of Sciences (ISPR RAS, Moscow); I.M. Agibova, Dr. Pedagogical Sciences, Professor; T.P. Bondar', Dr. Medical Sciences, Professor; V.S. Tikunov, Doctor of Geographical Sciences, professor (Lomonosov Moscow State University, Moscow).
Editorial Board	M.T. Abshaev, Dr. of Physical and Mathematical Sciences, professor (Mountain Geophysical Institute, Nalchik); A. A. Likhovid, Dr. of Geographical Sciences, professor; I.V. Begday, Ph.D., Associate Professor; V.S. Belozarov, Dr. of Geographical Sciences, professor, editor in chief; T. P. Bondar', MD, professor; Borodulin V.B., MD, Professor (Saratov State Medical University, Saratov); O. A. Butova, MD, professor; Gerasimenko T.I., Dr. of Geographical Sciences, Professor (Orenburg State University, Orenburg); Gridin V.A., Dr. of geological-mineralogical Sciences, Professor; Gubareva L.I., Sc.D., Professor; Dzhandarova T.I., Sc.D., Associate Professor; Y. I. Dikanskiy, Dr. of Physical and Mathematical Sciences, professor; Dinevich L.A., Dr. of Physical and Mathematical Sciences, Professor (Tel-Aviv University, Tel-Aviv); K. V. Erin, Dr. of Physical and Mathematical Sciences, professor; Zhakin A.I., Dr. of Physical and Mathematical Sciences, Professor (Southwest State University, Kursk); A. R. Zakinyan, candidate of Physical and Mathematical Sciences, associate professor; Ivanov A.O., Dr. of Physical and Mathematical Sciences, Professor (Yeltsin's Ural Federal University); Kolyada A.A., Dr. of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor (Belarusian State University, Minsk); A. D. Lodygin, Dr. of Technical Sciences, associate professor; A. V. Lysenko, Dr. of Geographical Science, associate professor; Molodikova I.N., Ph.D. (Central European University, Budapest); Naats V.I., Dr. of Physical and Mathematical Sciences, Professor; Nefedova T.G., Dr. of Geographical Sciences, Leading Researcher, Russian Academy of Sciences (IG RAS, Moscow); Polyan P.M., Dr. of Geographical Sciences, Leading Researcher, Russian Academy of Sciences (IG RAS, Moscow); Razumov V.V., Dr. of Geographical Sciences, Professor; Timchenko L.D., Dr. of Veterinary Sciences, Professor; Tsaturyan L.D., MD, Professor (Stavropol State Med. University, Stavropol); N.I. Chervyakov, Dr. of Technical Sciences, professor; V.A. Shalnev, Dr. of Geographical Sciences, Professor; N.A. Shitova, Dr. of Geographical Sciences, Professor; A.S. Molahosseini, assistant professor, PH.D (Islamic Azad University, Kerman).
Certificate	ПИ № ФС77–52723 dated February 8th 2013.
The Index	The Journal is included in the DB «Russian index of the scientist quoting».
The journal	«Bulletin of the Stavropol state University» renamed in the journal «Science. Innovations. Technologies» due to renaming of the founder.
The journal	is recommended by the State Commission for Academic Degrees and Titles for publishing the dissertation research results
Adress Phone Site E-mail	355009, Stavropol, Pushkin street, 1 8 (8652) 33-07-32 www.ncfu.ru nit_ncfu@mail.ru
ISSN	2308–4758
©	FGAOU VPO «North Caucasus Federal University», 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ФИЗИКО–МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

Жданова Н.В., Дерябин М.И.

Спектр и кинетика фосфоресценции дибром-
дифениленсульфида в н-гексане при 77 К 7

Логинова С. В., Логинов Д. В., Пикулев В. Б.

Построение моделей структуры электроактив-
ной модифицированной микрокристалличе-
ской целлюлозы методом Дебая 17

Наац И. Э., Ярцева Е. П.

Методы приближения суммируемых функций
на основе интеграла Стилтеса применитель-
но к задачам прикладного анализа 33

Чипига А. Ф., Марков Д. М., Степаненко А. В.

Определение точных координат стационарно-
го приемника GPS/GLONASS 47

Червяков Н. И., Лифанова Е. И.

Представление текстовой информации для
анализа тональности текста посредством ис-
кусственной нейронной сети. Реализация част-
ного словарного метода 63

НАУКИ О ЗЕМЛЕ**Белозеров В. С., Чихичин В. В., Глущенко И. В.**

Региональные особенности этнических миграций на Северном Кавказе 71

Галай Б. Ф., Сербин В. В., Плахтюкова В. С., Галай О. Б.

Генетический анализ покровных суглинков города Ставрополя 93

Голованов К. С., Харченко В. М.,**Волошина Т. В., Зенин Д. И.**

Теоретические основы и технология выявления зон аномально высоких давлений (АВПД) (на примере объектов Азово-Кубанской, Кумо-Манычской впадин и зоны сочленения Прикаспийской впадины и кряжа Карпинского) 107

Зольникова Ю. Ф.

Формирование санаторно-курортного комплекса региона Кавказские Минеральные Воды в 20-е годы XX века 121

Шальнев В. А., Ковалева Т. Г., Настатуха Д. С.

Древние оледенения и трансформация высотной поясности среднегорных и высокогорных ландшафтов Западного Кавказа (на примере долины Гондарай) 133

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ
НАУКИ****Андрусенко С. Ф., Бегдай И. В.**

Разработка оптимальных методов регенерации полужидкой питательной среды 147

**Бондарь Т. П., Светлицкий К. С.,
Светлицкая Ю. С., Асеева О. А.**

Оценка биохимических показателей потомства
самок крыс, в различные возрастные периоды,
получавших высокобелковый, обогащенный
кальцием и витамином D, молочный продукт 157

Джандарова Т. И., Шабанова С. С.

Суточная динамика трансаминаз в крови в
условиях обычного и измененного светового
режима под влиянием слабоалкогольных на-
питков 167

Молчатский С.Л. Исследование структуры ядер гипоталамуса
животных методами фрактальной геометрии 173

**Новикова Г. А., Соловьев А. Г.,
Губарева Л. И., Новикова Л. А.**

Модальность показателей состояния мозговой
гемодинамики подростков при пивной алко-
голизации. 183

ФИЗИКО–МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ

«НАУКА. ИННОВАЦИИ. ТЕХНОЛОГИИ», №1, 2016

УДК 535.373

Жданова Н.В. [Zhdanova N.V.],
Дерябин М.И. [Deryabin M.I.]

СПЕКТР И КИНЕТИКА ФОСФОРЕСЦЕНЦИИ ДИБРОМДИФЕНИЛЕНСУЛЬФИДА В Н-ГЕКСАНЕ ПРИ 77 К

Spectrum and kinetics of dibromdibenzotiofen phosphorescence in n-hexanes at 77 K

Исследованы спектр и кинетика фосфоресценции дибромдифениленсульфида в н-гексане при 77 К. Показано, что наблюдаемая мультиплетная структура спектра фосфоресценции обусловлена наложением спектров, принадлежащих различным типам излучающих центров. Наличие трех типов центров излучения подтверждается разной эффективностью тушения их фосфоресценции в присутствии аценафтена, акцептора энергии триплетных возбуждений, и зависимостью распределения интенсивности между компонентами мультиплета от способа возбуждения.

Ключевые слова: фосфоресценция, спектры, кинетика, квазилинии, полосы, центры излучения, тушение, перенос энергии.

Spectrum and kinetics of dibromdibenzotiofen phosphorescence in n-hexanes at 77 K have been studied. It has been shown that the visible multiplet structure of phosphorescence spectrum is determined of the superposition of spectra emitted by different types of centers. The existence of the three types of radiating centers is supported by different efficiency of quenching their phosphorescence in the presence of acenaphthene, which is energy acceptor triplet excitations and is supported by the dependence of the intensity distribution between the components of the multiplet on the excitation method.

Key words: phosphorescence, spectra, kinetics, quasi-lines, bands, radiating centers, quenching, energy transfer.

Во многих фотофизических процессах и фотохимических реакциях в конденсированных средах, протекающих с участием триплетных состояний органических молекул, важную роль играет перенос энергии электронных возбуждений по обменно-резонансному механизму [1]. Хорошими модельными системами для исследования элементарного акта передачи триплетных возбуждений по данному механизму являются твердые растворы органических соединений при 77 К [2]. Часто, при выборе объектов исследования, необходимо, чтобы

время жизни триплетных возбуждений молекул доноров энергии было намного меньше времени жизни триплетных возбуждений молекул акцепторов энергии. Выполнение этого условия позволяет разделить по времени излучение акцептора от излучения донора энергии, так как их спектры фосфоресценции перекрываются. Также необходимо, чтобы энергия первого возбужденного синглетного состояния донора была меньше, чем у акцептора, а энергия его первого возбужденного триплетного состояния была больше, чем у акцептора. Это позволяет возбуждать донор не затрагивая акцептор и одновременно удовлетворять требованиям закона сохранения энергии. Выполнение указанных выше условий ограничивает выбор соединений в качестве доноров энергии триплетных возбуждений.

Для установления закономерностей влияния различных факторов на вероятность элементарного акта передачи триплетных возбуждений необходимо чтобы отдельные донорно-акцепторные пары не взаимодействовали друг с другом [3]. Такие пары могут образовываться из органических молекул, внедренных в процессе кристаллизации в кристаллическую решетку *n*-парафинов. Поэтому возникает необходимость выбора подходящего *n*-парафинового растворителя, в кристаллическую решетку которого хорошо внедряются обе молекулы соответствующей донорно-акцепторной пары, об этом можно судить по наличию их квазилинейчатых спектров люминесценции [4].

Анализ литературы показал, что одним из соединений, подходящим для использования в качестве донора энергии триплетных возбуждений в *n*-парафиновых матрицах при исследовании элементарного акта передачи триплетных возбуждений, может быть 2,7-дибромдифениленсульфид (ДБДФС). Время жизни его триплетных возбуждений в *n*-гептане при 77 К порядка 30 мс, положение первого возбужденного синглетного уровня 29155 см^{-1} , а триплетного 24100 см^{-1} [4]. Недостатком *n*-гептановых матриц является образование микрокристаллов ДБДФС при замораживании раствора и их люминесценция наряду с излучением одиночных молекул. Наиболее удобным растворителем для получения квазилинейчатых спектров, принадлежащих внедренным в кристаллическую решетку молекулам,

для большинства органических соединений является н-гексан [5]. Однако спектральные и другие люминесцентные характеристики ДБДФС в данном растворителе не изучены как для однокомпонентного раствора, так и в присутствии молекул – акцепторов энергии триплетных возбуждений.

Нами исследованы квазилинейчатые спектры фосфоресценции ДБДФС в н-гексане при 77 К. Показано, что квазилинейчатый спектр имеет дублетную структуру. Наряду с квазилиниями в спектре наблюдаются молекулярные полосы. При добавлении молекул аценафтена (акцептора) в раствор, фосфоресценция ДБДФС испытывает тушение, обусловленное переносом энергии триплетных возбуждений на молекулы аценафтена. Эффективность тушения как компонент мультиплета, так и полос различна. Обсуждаются возможные причины этого различия.

ДБДФС $C_{12}H_6Br_2S$ «чистый» использовался без дополнительной очистки. Нагревание в процессе очистки зонной плавкой и сублимацией приводило к образованию нового соединения, по-видимому, в результате отрыва одного атома брома. Аценафтен марки «хч» подвергался дополнительной очистке перекристаллизацией из раствора. Гексан марки «хч» использовался без дополнительной очистки. Критерием его чистоты являлось отсутствие собственной люминесценции в условиях эксперимента.

Спектр возбуждения исследовался на установке, включающей дифракционный монохроматор МДР-76 (решетка 600 шт/мм), через который осуществлялось возбуждение образца, и спектрометр ДФС-24, который использовался для выделения регистрируемого участка спектра.

Спектр фосфоресценции изучался при 77 К на спектрометре ДФС-24. Возбуждение люминесценции осуществлялось азотным лазером ЛГИ-21 ($\lambda_{\text{в}} = 337,1$ нм) или ксеноновой лампой ДКСШ-1000 через фильтр 340 нм либо через монохроматор МДР-76.

ДБДФС растворялся в н-гексане до концентрации $10^{-3} - 10^{-5}$ моль/л. Раствор в кварцевой трубке замораживался путем погружения в жидкий азот. Такой способ замораживания принято считать быстрым. В отдельных случаях использовалось медленное замораживание раствора над поверхностью азота.

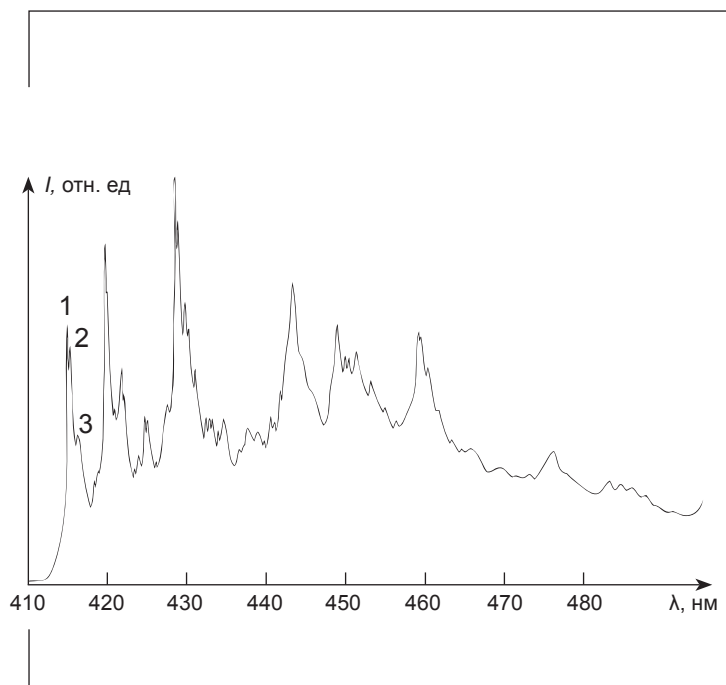


Рис. 1.

Спектр фосфоресценции дибромдифениленсульфида в н-гексане при 77 К $C = 5 \times 10^{-4}$ моль/л, возбуждение лазером $\lambda = 337$ нм.

На рисунке 1 приведен спектр фосфоресценции ДБДФС в н-гексане для концентрации раствора 5×10^{-4} моль/л при 77 К и возбуждении лазером ЛГИ-21 с частотой повторения импульсов 100 Гц. Как видно из рисунка, квазилинейчатый спектр имеет дублетную структуру (линии 1 и 2). Более интенсивная коротковолновая последовательность в спектре начинается линией 414,9 нм, более слабая длинноволновая последовательность начинается линией 415,3 нм. Эти линии шириной ~ 15 см $^{-1}$ обусловлены чисто электронными $T \rightarrow S_0$ -пе-

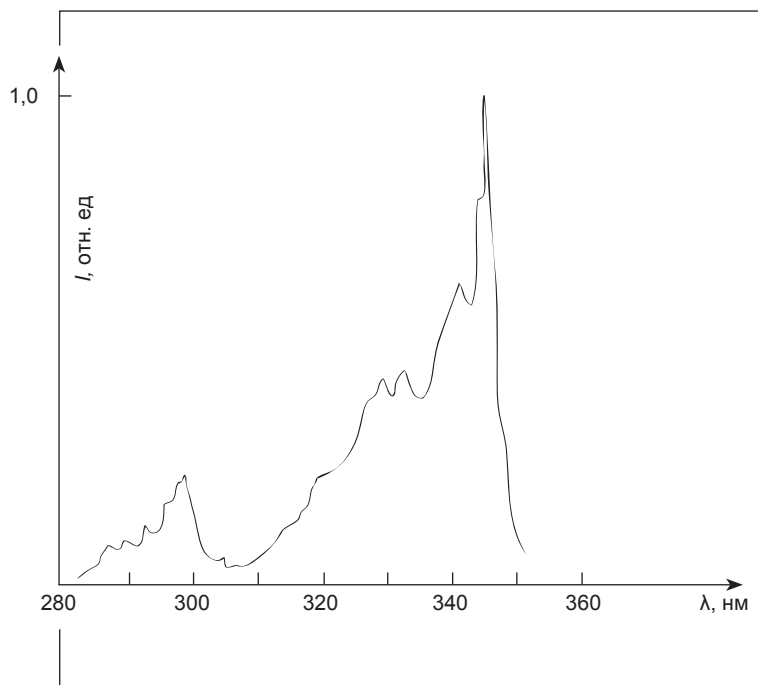


Рис. 2.

Спектр возбуждения фосфоресценции дибромдифениленсульфида в н-гексане ($T = 77\text{ K}$) при регистрации излучения в области 415 нм.

реходами (0–0-переходы) и принадлежат двум различным типам излучающих центров, образованных молекулами ДБДФС в кристаллической матрице н-гексана. То, что дублетная структура квазилинейчатого спектра фосфоресценции ДБДФС обусловлена наличием двух типов излучающих центров подтверждается тем, что при широкополосном возбуждении лампой ДКСШ–1000 через фильтр с максимумом пропускания 340 нм интенсивность обеих компонент дублета одинакова.

На рис. 2 приведен спектр возбуждения для коротковолнового участка фосфоресценции (область 0–0-перехода). Здесь дублетная структура неразрешена из-за большой спектральной ширины щели монохроматора.

Однако, как видно из рисунка 2, излучение лазера ЛГИ-21 попадает в коротковолновое крыло как длинноволнового, так и коротковолнового мультиплета. Очевидно, что сильнее будут возбуждаться центры, ответственные за коротковолновый мультиплет в спектре фосфоресценции. Таким образом, увеличение интенсивности коротковолнового мультиплета в спектре фосфоресценции ДБДФС относительно длинноволнового при переходе от широкополосного возбуждения лампой ДКСШ-1000 через фильтр 340 нм к квазимонохроматическому возбуждению лазером ЛГИ-21 обусловлено селективностью. Поскольку при широкополосном возбуждении интенсивность обеих компонент дублета одинакова, то можно предположить, что и число центров, ответственных за каждый из них, одинаково.

Наряду с узкими квазилиниями в спектре фосфоресценции дибромдифениленсульфида для всех исследованных концентраций в интервале $10^{-3} - 10^{-5}$ моль/л наблюдаются полосы (например, полоса 3 на рисунке 1), ширина которых ($\sim 100 \text{ см}^{-1}$) и положение указывают на молекулярный характер свечения. Затухание фосфоресценции как для квазилинейчатого спектра, так и для полос экспоненциально и не зависит от концентрации ДБДФС. Время затухания в обоих случаях составляет 34 ± 2 мс.

На рисунке 3 приведена одна из кривых затухания. Тот факт, что длительность фосфоресценции для квазилиний и полос совпадает, в пределах ошибки измерений, служит еще одним признаком принадлежности полосатого спектра одиночным молекулам ДБДФС, а не эксимерам, агрегатам или какой-либо примеси.

При добавлении в раствор аценафтена наблюдается тушение фосфоресценции ДБДФС и появление фосфоресценции аценафтена, хотя аценафтен не поглощает возбуждающее излучение лазера ЛГИ-21 с длиной волны 337.1 нм. Наличие фосфоресценции аценафтена служит признаком того, что тушение фосфоресценции ДБДФС обусловлено переносом энергии от возбужденных молекул ДБДФС в триплетном состоянии на молекулы аценафтена в основном состоянии. Интенсивность фосфоресценции уменьшается по-разному как для компонент дублета квазилиний, так и для полос (рис. 4).

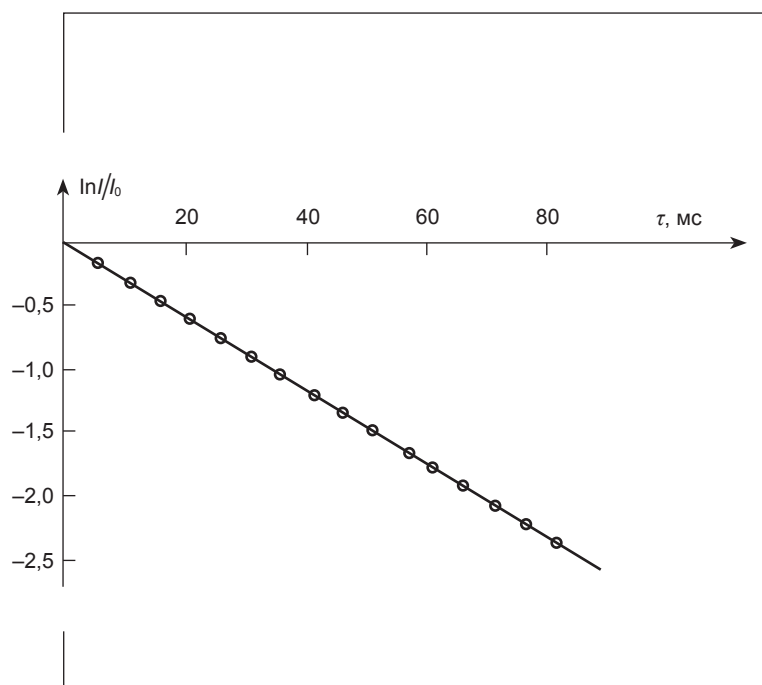


Рис. 3.

Кривая затухания фосфоресценции дибромдифениленсульфида в н-гексане ($T = 77 \text{ K}$) при возбуждении азотным лазером $\lambda = 337 \text{ nm}$, регистрация излучения на 415 nm .

Как видно из рисунка 4, длинноволновая компонента дублета и полоса испытывают более сильное тушение, чем коротковолновая компонента мультиплета. Этот факт является еще одним подтверждением того, что возникновение дублетной структуры и наличие полос обусловлено существованием трех типов излучающих центров, которые образуются при замораживании н-гексанового раствора ДБДФС.

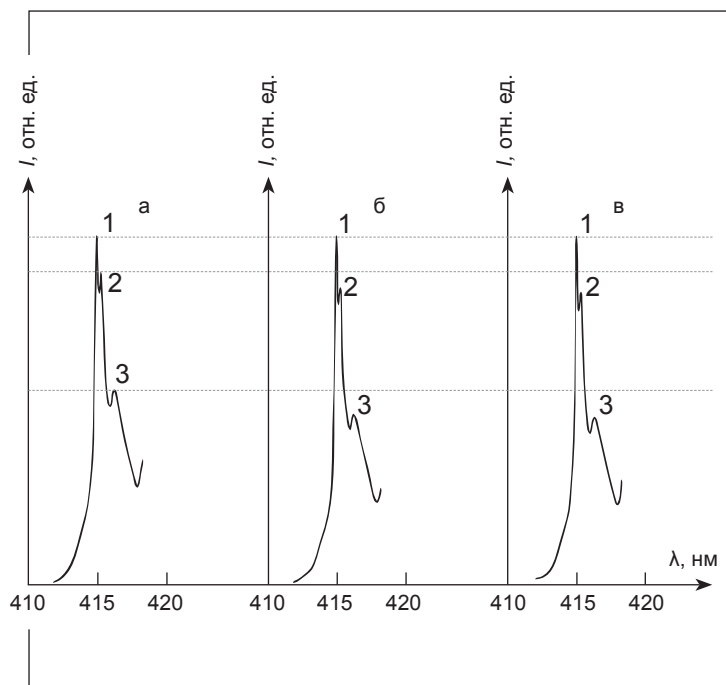


Рис. 4.

0-0-мультиплет спектра фосфоресценции дибромдифенилсульфида в н-гексане при 77 К ($C = 5 \times 10^{-4}$ моль/л, возбуждение лазером $\lambda = 337$ нм).

(а – в отсутствие аценафтена; б – при концентрации аценафтена 5×10^{-4} моль/л; в – при концентрации аценафтена 10^{-3} моль/л). Коротковолновая компонента нормирована на 1.

На наш взгляд, возможны два случая такого перераспределения интенсивности.

1. Число донорно-акцепторных пар, образованных из молекул ДБДФС, входящих в центры различных типов, одинаково. В этом случае перераспределение интенсивности между различными типами центров излучения обусловлено различной вероятностью переноса энергии триплетных возбуждений в этих парах.

2. Вероятность переноса энергии триплетных возбуждений одинакова для всех пар, независимо от типа центров, в которые входят молекулы ДБДФС, участвующие в образовании донорно-акцепторных пар. Тогда перераспределение интенсивности между компонентами мультиплета может быть обусловлено различной концентрацией донорно-акцепторных пар, образованных из молекул ДБДФС, принадлежащих различным типам центров излучения, и молекул аценафтена. Иначе говоря, в этом случае вероятность образования донорно-акцепторной пары зависит от типа центра излучения, которому принадлежит молекула ДБДФС. Ответить однозначно, по какой из этих причин в данном случае происходит перераспределение интенсивности между компонентами мультиплета в спектре фосфоресценции ДБДФС на основании имеющихся у нас экспериментальных данных не представляется возможным.

Таким образом, в заключение можно отметить следующее. Удобным растворителем для получения тонкоструктурных квазилинейчатых спектров фосфоресценции ДБДФС является н-гексан. Разность энергий электронного возбуждения первого синглетного и триплетного уровня и основного синглетного состояния, а также время жизни его триплетных возбуждений в данном растворителе при 77 К удовлетворяют требованиям, предъявляемым для большинства соединений, используемых в качестве акцепторов энергии [2].

Донорно-акцепторные пары из молекул ДБДФС и аценафтена образуются как из молекул, вытесненных из кристаллов н-гексана, так и из внедренных в них. На участие вытесненных молекул в образовании донорно-акцепторных пар, указывает тушение полосатого спектра, а на образование донорно-акцепторных пар из внедренных молекул тушение квазилинейчатого спектра.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ
СПИСОК**

1. Портер Дж. Профессор Александр Теренин (1896–1967) – пионер фотохимии. К 100-летию со дня рождения // Оптика и спектроскопия. – 1997. – Т. 83. – № 4. – С. 533–538.
2. Ермолаев В.Л., Бодунов Е.Н., Свешникова Е.Б., Шахвердов Т.А. Безызлучательный перенос энергии электронного возбуждения. – Л.: Наука, 1977. – 311 с.
3. Жданова Н.В., Валухов Д.П. Сураева Е.Ю. Образование аннигилирующих пар из молекул ароматических соединений в н-парафиновых матрицах // Физика твердого тела. – 2012. – Т. 54. – № 9. – С. 1729–1732.
4. Гребенщиков Д.М., Солодунов В.В., Дзарагазова Т.П., Дерябин М.И. Спектры и кинетика фосфоресценции дибромдифениленсульфида в замороженных н-парафиновых растворах. – Ставрополь, 1980. – 13 с. (Деп. в ВИНТИ; № 1518-Деп).
5. Теплицкая Т.А., Алексеева Т.А., Вальдман М.М. Атлас квазилинейчатых спектров люминесценции. – М.: Изд-во МГУ, 1978. – 174 с.

УДК 538.9
539.2

Логинова С. В. [Loginova S. V.],
Логинов Д. В. [Loginov D. V.],
Пикuleв В. Б. [Pikulev V. B.]

ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛЕЙ СТРУКТУРЫ ЭЛЕКТРОАКТИВНОЙ МОДИФИЦИРОВАННОЙ МИКРОКРИСТАЛЛИЧЕСКОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ МЕТОДОМ ДЕБАЯ

**Building 3D structure models
of electroactive modified microcrystalline
cellulose by the Debye method**

В статье приведены результаты рентгенографических исследований и построения пространственных моделей структуры в области ближнего упорядочения аморфной целлюлозы, полученной путем механического измельчения микрокристаллической целлюлозы. Аморфная целлюлоза обладает хорошо воспроизводимым эффектом изменения величины протонной проводимости при воздействии озона, что позволяет использовать этот материал в качестве перспективного газового сенсора. Расчет количественных характеристик структуры (радиусов координационных сфер и их размытий, координационных чисел) в области ближнего упорядочения проводился методом Финбака – Уоррена из кривой распределения парных функций. Построение пространственных конфигураций атомов осуществлялось методом Дебая с последующим искажением моделей путем преобразования в пакеты разориентированных друг относительно друга слоев. Для моделей проводился расчет кривых распределения интенсивности рассеяния, которые сравнивались с результатами рентгенографического эксперимента.

Ключевые слова: микрокристаллическая целлюлоза, аморфная целлюлоза, методы рентгенографии, пространственные конфигурации атомов, метод Финбака – Уоррена, метод Дебая.

In this paper, we carried out the XRD results and 3D structural models of short-range order of amorphous cellulose obtained by ball milling of microcrystalline cellulose. The amorphous cellulose has the well-reproducible effect of influence of ozone treatment on its proton conductivity, which allows to use this material as a gas sensor. Calculation of the quantitative characteristics of the short-range order (radii of coordination spheres and their dispersions, coordination numbers) of amorphous cellulose was carried out from distribution pair functions curve by using the Finback-Warren method. The space atoms configurations was carried out by Debye method. After that, the models were distorted by converting into packages disoriented relative to each other layers. The X-Ray diffraction patterns were calculated for 3D models and compared with experimental curves.

Key words: microcrystalline cellulose, amorphous cellulose, XRD methods, 3D structural models, Finback-Warren method, Debye method

Исследованиям микрокристаллической целлюлозы, подвергнутой различного рода воздействиям и модификациям, посвящено большое число работ. Интерес к этим объектам, в частности, обусловлен эффектами зарядопереноса и перераспределения объёмного заряда в композитных материалах на основе матрицы микрокристаллической целлюлозы, подвергнутой механической деструкции [1, 2]. Эффект изменения проводимости в матрице целлюлозы, содержащей связанную воду, в результате воздействия озона с концентрацией от единиц ppb , может быть объяснен генерацией дополнительного количества протонов при распаде молекул озона на поверхности и в порах аморфной целлюлозы. В [3] высказано предположение, что данный эффект связан как с генерацией дополнительного количества ионов гидроксония на сетке водяных мостиков, так и с увеличением концентрации воды в порах, а также с нейтрализацией избыточных протонов при диссоциации молекулы озона вблизи отрицательно заряженного медного электрода. Изменяя структуру целлюлозы на микро- и наноуровнях, можно выйти на эффективный сенсорный элемент, работающий в диапазоне токов выше 10^{-8} А, что вполне достаточно для разработки недорогих и компактных измерительных устройств. Не менее важно, что сама целлюлозная матрица при этом достаточно инертна по отношению к озоновому воздействию.

Для ряда композитов на основе целлюлозной матрицы характерна повышенная концентрация протонов (ионов гидроксония), что обуславливает специфические оптические свойства данных материалов. В качестве примера можно привести стабильную люминесценцию помещённых в целлюлозную матрицу наночастиц кремния, а также свечение ряда органических люминофоров, сходное с их люминесценцией в водных растворах [4].

В целом, несмотря на широкое практическое применение целлюлозных материалов, отсутствуют систематические исследования структуры модифицированной микрокристаллической и аморфной целлюлозы и взаимосвязей её структуры и свойств. В настоящее время наблюдается повы-

шенный интерес к разработке новых полифункциональных материалов на основе наноструктурированной целлюлозы [5].

В работе измельчение микрокристаллической целлюлозы (МКЦ) с размером частиц менее 40 мкм, содержанием воды порядка 5 wt.%. проводился в планетарной микромельнице Pulverisette 7 premium line. Использовалась агатовая размольная чаша размером 20 мл и мелющие шары из агата $\varnothing 5$ мм. Объем исходного порошка составлял 9 мл (2,7 г). Порошки измельчались от 1 до 6 ч. После каждого часа размола осуществлялся анализ структурного состояния целлюлозы методами рентгенографии и ИК-спектроскопии.

Анализ ИК-спектров поглощения МКЦ и продуктов размола позволяет утверждать, что в результате механической деструкции происходит разрушение внутри- и межмолекулярных водородных связей, т. к. изменению подверглись пики свободных спиртовых групп [6]. А также наблюдается рост максимума 898 см^{-1} и уменьшение величины пика 1433 см^{-1} , свидетельствующие об увеличении количества аморфной фазы в результате размола.

Рентгенографирование образцов проводилось на автоматизированном дифрактометре ДРОН-6.0 на $\text{MoK}\alpha$ - и $\text{FeK}\alpha$ -излучении в симметричной геометрии на прохождение и на отражение.

Рентгенограмма исходной МКЦ (рис. 1а) характерна для аморфно-кристаллического материала. Расчеты степени кристалличности, выполненные по известной методике [7], дают значения $75 \pm 5\%$, что согласуется с данными, полученными нами из анализа ИК-спектров МКЦ методом Нельсон – О’Коннора. Атомная структура МКЦ может быть описана в рамках модели Ib с антипараллельным расположением целлюлозных цепочек. Уточненные методом Ритвельда значения периодов элементарной ячейки составляют: $a = 0,787\text{ нм}$, $b = 0,815\text{ нм}$, $c = 1,034\text{ нм}$, угол моноклинности – $96,3^\circ$ (значения факторов недоверности составили: весового профильного $R_{\text{wp}} = 8,54\%$, профильного $R_p = 6,10\%$) [7].

Кривые распределения интенсивности рассеяния образцов исходной МКЦ и целлюлозы, прошедшей механическое измельчение в течение 1 и 6 ч., представлены на рис. 1а и 1б, соответственно.

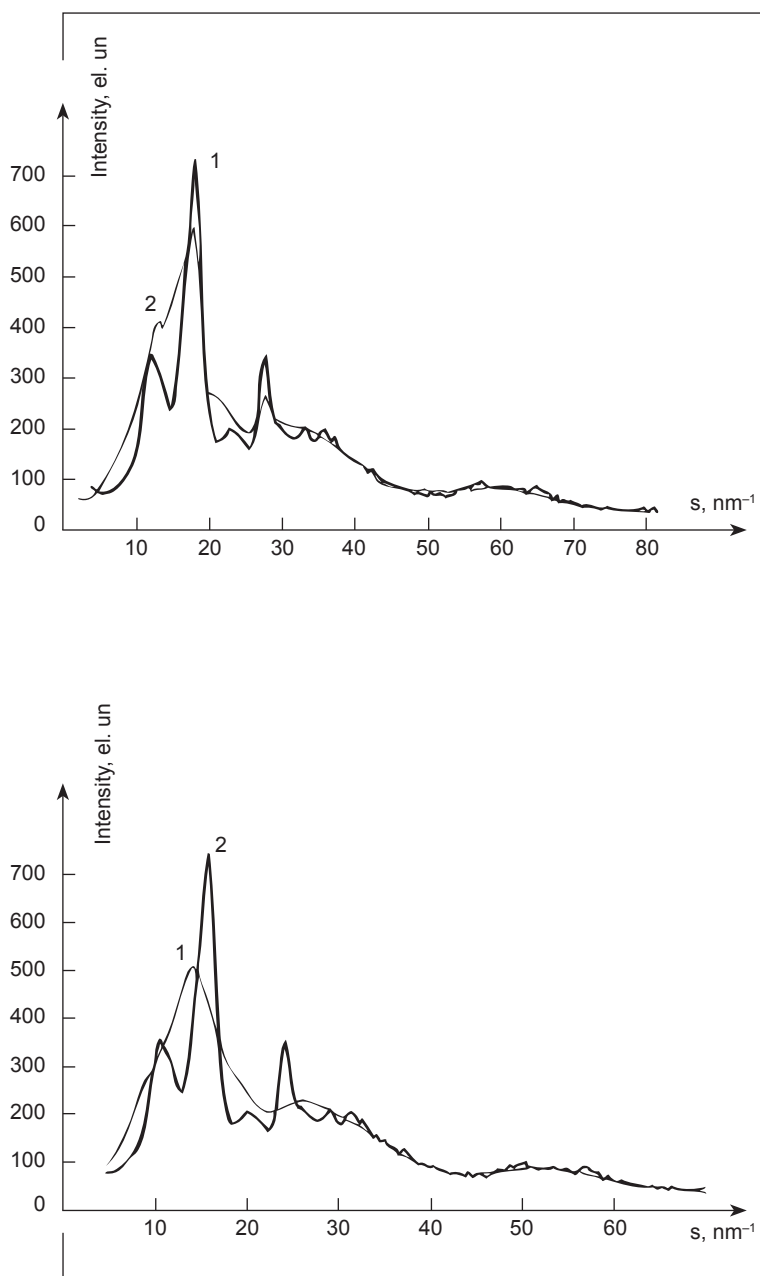
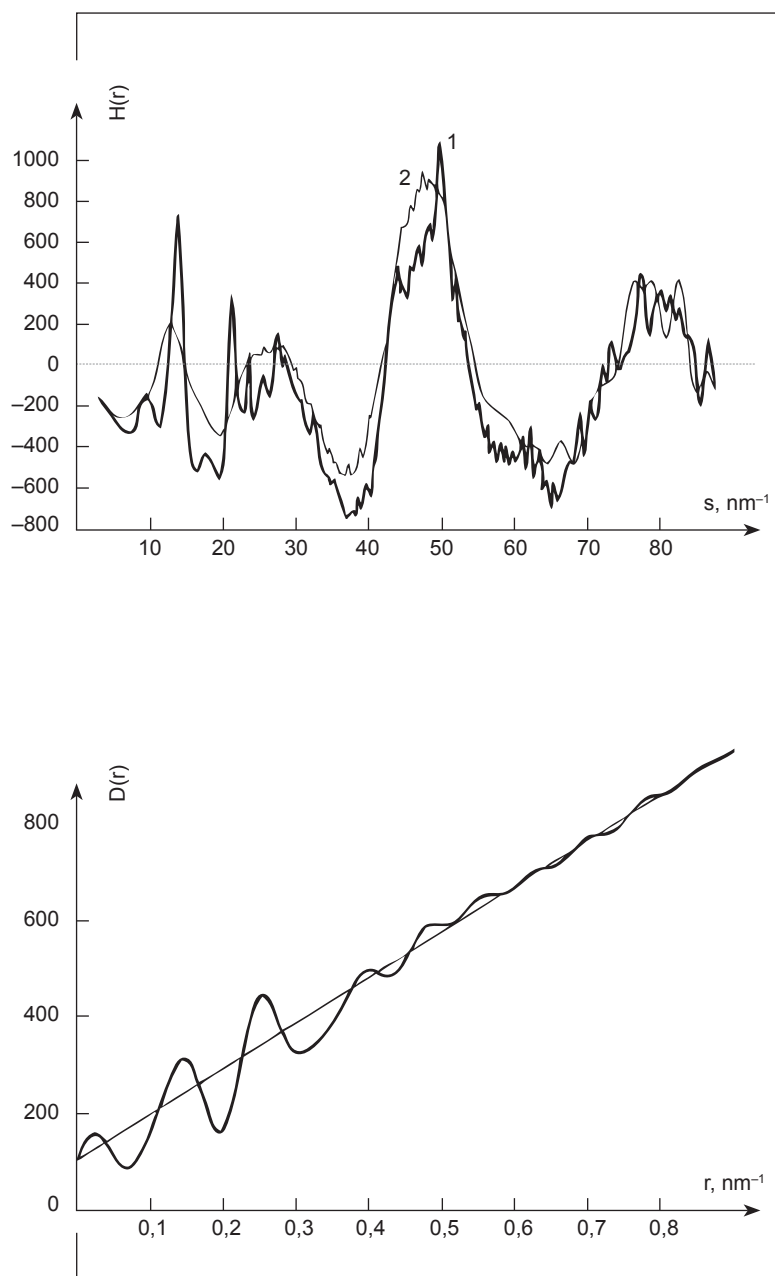


Рис. 1.

Сравнение кривых распределения интенсивности рассеяния исходной МКЦ (1) и размола в течение:

а) 1 ч. и

б) 6 ч., полученные в геометрии на прохождение;



в) s -взвешенных интерференционных функций $H(s)$ исходной МКЦ (1) и образца целлюлозы после 6 ч. помола;
г) кривая распределения парных функций $D(r)$ измельченной целлюлозы.

Как следует из рис. 1а, на рентгенограмме образца после первого часа размола отчетливо видны следы трех наиболее сильных отражений кристаллической целлюлозы I. Степень кристалличности этого образца, оцененная по методу Сегала [8], уменьшается на 35 %. Размер кристаллитов в направлении [100], вычисленных из ширины отражения (200) составляет $3 \pm 0,5$ нм, размер ОКР в этом же направлении в исходной МКЦ равен $5,5 \pm 0,5$ нм. Оценка длины упорядоченных областей позволяет сказать, что она уменьшается на 3 нм и становится равной $5,5 \pm 0,5$ нм. Таким образом, после одного часа размола толщина и длина упорядоченных областей элементарных фибрилл уменьшается приблизительно на 3 нм.

Уже после трехчасовой деструкции МКЦ дифракционная картина исследуемого образца становится подобной дифракционной картине аморфного материала (рис. 1б). Последующий размол (вплоть до 6 ч.) не приводит к изменению вида кривой распределения интенсивности рассеяния: рентгенограмма целлюлозы, измельченной в течение 3 ч., совпадает с рентгенограммой целлюлозы, измельченной в течение 6 ч. Сравнение кривой распределения интенсивности рассеяния исходной МКЦ и рентгенограммы 6-часового размола позволяет утверждать, что структура аморфной составляющей МКЦ и измельченной целлюлозы различна.

Сравнение кривых s -взвешенных интерференционных функций рассеяния исходной и измельченной МКЦ (рис. 1в) показывает, что кривая измельченной целлюлозы более размыта. Интенсивный пик, расположенный при значении длины дифракционного вектора $s = 16,0 \text{ нм}^{-1}$, сильно размывается. Положение этого пика соответствует расстоянию между соседними цепочками в элементарной ячейке, а именно между усредненными плоскостями колец в соседних цепочках модели целлюлозы Ib с антипараллельным расположением целлюлозных цепочек, равному $0,392$ нм (половина периода a элементарной ячейки). Таким образом, размытие этого пика свидетельствует о разориентации цепочек в процессе размола. Следовательно, происходит разрыв и изменение длин водородных связей между макромолекулами целлюлозы.

Из кривых распределения парных функций (рис. 1в) методом Финбака – Уоррена [9] определены характеристики ближнего порядка (радиусы координационных сфер r_{ij} , их размытия σ_{ij} и координационные числа N_{ij}) порошка аморфной целлюлозы, измельченной в течение 6 h. Значения радиусов координационных сфер в первом приближении задавались на основе соответствующих данных, рассчитанных для кристаллической целлюлозы Ib с антипараллельным расположением целлюлозных цепочек. В таблице 1 представлены результаты расчетов характеристик ближнего порядка в сравнении с соответствующими данными для модели. Расчет для модели выполнен с учетом и без учета вклада сфер С-Н и О-Н. Так как в координационные сферы вносят вклады пары атомов разного сорта, поэтому проводился расчет средневесовых радиусов и суммарных координационных чисел объединенных сфер, учитывая то, что площадь под максимумом кривой распределения парных функций (рис. 2г) должна быть равна сумме площадей максимумов, образованных каждой парой атомов.

Из анализа данных, представленных в таблице 1, следует, что учет вклада С-Н и О-Н связей при расчете для модели приводит к уменьшению радиуса координационной сферы до 0,135 нм и увеличению координационного числа до 1,40. Радиус координационной сферы С-О и число атомов на ней, рассчитанные из эксперимента, совпадают с соответствующими данными для модели.

Увеличение радиуса первой С-С сферы может быть связано с деформацией целлюлозных цепочек, неизбежной при механической деструкции. Координационное число на С-С сфере совпадает с данными для модели.

При объединении сфер в первую сферу О-О с радиусом 0,226 нм вносят вклад пары атомов сорта С-Н и О-Н. В результате средневесовое значение радиуса объединенной координационной сферы уменьшается до 0,212 нм, а координационное число увеличивается до 1,62 ат. Определенное из эксперимента значение радиуса первой О-О сферы в пределах погрешности эксперимента совпадает с расчетами для модели. Координаци-

Табл. 1. **Результаты расчета характеристик ближнего порядка целлюлозы, измельченной в течение 6 ч., в сравнении с соот-**

Экспериментальные данные				
тип сферы	r_{ij} , нм	σ_{ij} , нм	N_{ij} , ат,	
C-O(1)	0,137	0,022	1,3	
C-C(1)	0,157	0,027	1, 7	
O-O(1)	0,216	0,015	0,8	
C-O(2)	0,238	0,043	2,2	
C-C(2)	0,259	0,001	7,6	

$\Delta r_{ij} = \pm 0,005 \text{ нм}, \Delta \sigma_{ij} = \pm 0,005 \text{ нм}, \Delta N_{ij} = \pm 0,1 \text{ ат.}$

онное число на О-О сфере для измельченной целлюлозы равно 0,8 ат., что вдвое меньше значения, вычисленного для модели. При этом данное значение вдвое больше числа атомов кислорода, отстоящих от другого атома кислорода на расстоянии 0,226 нм в рассматриваемой модели. Такое различие может быть связано с деформацией С-Н и О-Н цепочек. О достаточно сильной деформации целлюлозных фрагментов свидетельствуют и большие величины дисперсий радиусов всех координационных сфер.

Радиус и число атомов на второй С-О сфере равны соответствующим значениям, вычисленным для модели.

Число атомов на второй С-С координационной сфере завышено по сравнению с данными для кристал-

ветствующими данными для модели целлюлозы I β с антипараллельным расположением целлюлозных цепочек

I β с антипараллельным расположением цеп.			I β с антипараллельным расположением цеп. (без учета вклада C-H и O-H сфер)		
Γ_{ij} , нм	σ_{ij} , нм	N_{ij} , ат,	Γ_{ij} , нм	σ_{ij} , нм	N_{ij} , ат,
0,135	0,001	1,40	0,142	0,001	1,17
0,152	0,001	1,70	0,151	0,001	1,67
0,212	0,003	1,62	0,226	0,000	0,40
0,239	0,002	1,97	0,239	0,001	1,96
0,254	0,001	3,16	0,249	0,001	1,67

лических модификаций, так как в расчетах не был учтен вклад последующих сфер, которые перекрываются с данной.

Построение возможных моделей, описывающих области ближнего упорядочения в аморфной целлюлозе, проводилось методом Дебая. Первоначально пространственные конфигурации атомов формировались в рамках модели хаотически разориентированных неискаженных кластеров, т. е. кластеров, сформированных трансляцией элементарной ячейки [10]. В качестве стартовой элементарной ячейки были выбраны элементарная ячейка модификации I α , на которую приходится одна целлюлозная цепочка [11], и элементарная ячейка целлобиозы [12].

В рамках такого подхода было построено более десятка моделей. В виду того, что в результате измельчения целлюлозы размеры упорядоченных областей уменьшаются, формировались кластеры небольших размеров. Так для моделей, построенных на основе целлюлозы Ia, линейные размеры кластеров составляли не более 3–4 нм. Дальнейшее увеличение размеров приводило к появлению интенсивных отражений на теоретических рентгенограммах, что не характерно для рентгенограммы аморфного материала.

Далее проводился расчет кривых распределения интенсивности рассеяния по формуле Дебая:

$$I(s) = \frac{1}{N_{\phi}} \left[\sum_{i=1}^N f_i^2 + 2 \sum_i^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \frac{1}{2} \cdot [f_i f_j^* + f_i^* f_j] \cdot \frac{\sin(s \cdot r_{ij})}{s \cdot r_{ij}} \exp(-0.5 \sigma_{ij}^2 s^2) \right]$$

где f_i, f_j – функции атомного рассеяния i -го и j -го атомов;
 N – число атомов в рассматриваемой конфигурации;
 σ_{ij} – дисперсия межатомных расстояний относительно среднего значения r_{ij} ;
 N_{ϕ} – число формульных единиц в конфигурации [10].

Затем теоретические кривые распределения интенсивности рассеяния для неискаженных кластеров сравнивались с экспериментальной рентгенограммой аморфной целлюлозы. Для определения степени несовпадения данных кривых рассчитывался профильный фактор недоверности R_p .

Наиболее низкого значения профильного фактора недоверности (10,5 %) удалось получить при сравнении экспериментальной кривой распределения интенсивности рассеяния с дифракционной картиной, построенной для кластера целлобиозы, сформированного путем трансляции элементарной ячейки кристаллической модификации один раз вдоль оси x , два раза вдоль оси y и три раза вдоль оси z (размер кластера $1a \times 2b \times 3c$ где a, b и c – периоды элементарной ячейки целлобиозы (рис. 2 а).

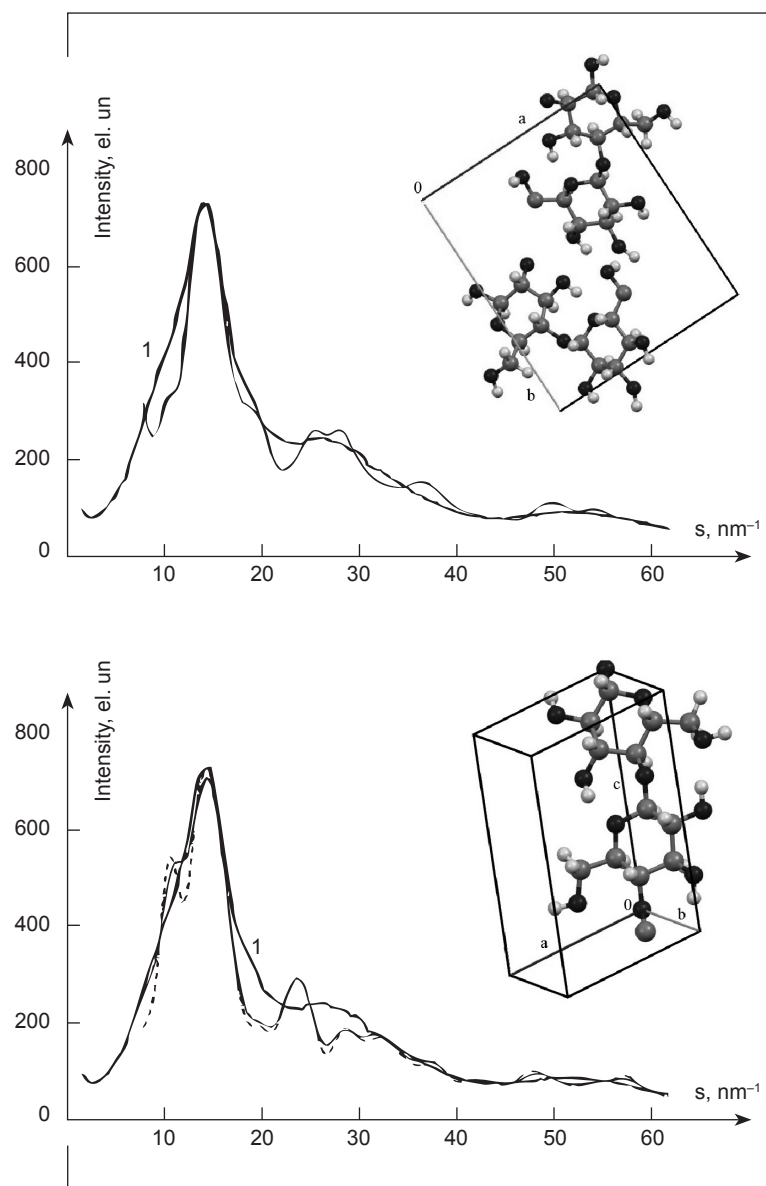


Рис. 2.

Кривые распределения интенсивности рассеяния аморфной целлюлозы (1) и кластеров, построенных на основе элементарной ячейки:

а) целлюбиозы, размер кластера $1a, 2b, 3c$; б) $1a$, размеры – $3a \times 2b \times 2c$ (сплошная линия) и $4a \times 2b \times 2c$. Виды элементарных ячеек целлюбиозы (ось z направлена вглубь рисунка) и целлюлозы $1a$.

Молекулы целлобиозы не образуют цепочек, вытянутых вдоль оси z , как это имеет место в целлюлозах. На элементарную ячейку приходится две молекулы, каждая из которых состоит из двух глюкозных остатков, подобно элементарному звену целлюлозы. Поэтому именно отсутствие трансляционной симметрии вдоль оси z , а также особенности в расположении молекул в элементарной ячейке позволяют достичь хорошего согласия теоретической кривой с экспериментальной рентгенограммой. Это подтверждают и результаты ИК-спектроскопии, согласно которым шестичасовой размол не приводит к столь существенной деструкции материала.

На элементарную ячейку целлюлозы Ia приходится одна цепочка. При построении кластеров на основе этой модификации наилучших значений профильного фактора недостоверности (11,5%) удалось достичь для кластера с размерами $3a \times 2b \times 2c$. Сравнение теоретической рентгенограммы для кластера с экспериментальной кривой представлено на рис. 2б.

Наличие узкого максимума при значении модуля дифракционного вектора $s \sim 23.5 \text{ нм}^{-1}$, а также появление пика в области от 10 до 13 нм^{-1} на кривой $I(s)$ позволяет утверждать, что степень упорядочения модельного кластера выше, чем у аморфной целлюлозы. Последующее увеличение числа трансляций элементарной ячейки вдоль оси x (рис. 2б) приводит к увеличению максимума, расположенного при значении $s \sim 11,5 \text{ нм}^{-1}$.

Следует отметить, что при выборе в качестве исходной элементарной ячейки любой из четырех известных моделей структуры целлюлозы Ib, значения профильных факторов недостоверности находились в пределах 20–25 %. На основании чего был сделан вывод о том, что модели, построенные на основе кристаллической модификации целлюлозы Ib, плохо описывают структуру аморфной целлюлозы. Это объясняется тем, что на элементарную ячейку модификации Ib приходится две молекулярные цепочки, расположенные строго упорядоченно друг относительно друга. А результаты рентгенографического эксперимента показывают, что в результате механической деструкции происходит разориентация цепочек друг относительно друга.

Считается [4], что если значение профильного фактора недоверности на этом этапе работы меньше 10–15 %, то модель может быть использована на следующем этапе моделирования: построение искаженных кластеров. Суть построения моделей искаженных кластеров детально описана в [10]. Изначально полученный на предыдущем этапе кластер на основе элементарной ячейки целлюлозы Ia преобразовывался в пакеты, состоящие из трех или четырех слоев с размерами $1a \times 2b \times 2c$. Общее число атомов в кластере составляло 504 или 672 атома в зависимости от числа образующих его слоев. Затем осуществлялось искажение этих пакетов путем смещения, разворота слоев друг относительно друга, изменения расстояния между слоями. Искажения вводились в кластер постепенно для достижения лучшего согласия теоретической и экспериментальной рентгенограмм. При построении искаженных областей решетки выполнялась проверка на «пересечение» атомов путем расчета кратчайших расстояний между ними. В случае обнаружения таковых данный кластер далее не рассматривался, т. е. в дальнейших расчетах участвовали только те кластеры, для которых сохранялся состав $C_6H_{10}O_5$.

Меньшие значения профильного фактора недоверности были получены при внесении следующих искажений в модельный кластер, состоящий из четырех слоев с размерами $1a \times 2b \times 2c$: расстояния между сетками варьировались в соответствии с гауссовым распределением для средних расстояний от 0,7 до 0,85 нм, при этом дисперсии были равны нулю; слои разворачивались вокруг оси x , проходящей через первые атомы в соседних слоях, на углы от 0° до 10° с дисперсией 5° ; слои смещались на расстояния от -0,05 нм до 0,5 нм в соответствии с гауссовым распределением с заданной дисперсией (0,5 нм). Указанные выше нарушения условий интерференции приводят к размытию пика (рис. 3) при значении модуля дифракционного вектора $s \sim 23,5 \text{ нм}^{-1}$. Несмотря на то, что кластер образован четырьмя слоями, пик при $s \sim 11,5 \text{ нм}^{-1}$ не наблюдается. Согласие модельной кривой с экспериментальным распределением интенсивности рассеяния улучшается (рис. 3): искажение кластера приводит к размытию первого и второго максимума, но полного совпадения кривых

$I(s)$ области от 20 до 35 nm^{-1} достичь не удастся. Рассчитанное значение профильного фактора недостоверности составляет 8,8%. Сравнение экспериментальной рентгенограммы аморфной целлюлозы с соответствующими кривыми для искаженных кластеров показало, что увеличение угла разворота слоев вдоль оси x более чем на 15° не приводит к улучшению совпадения кривых.

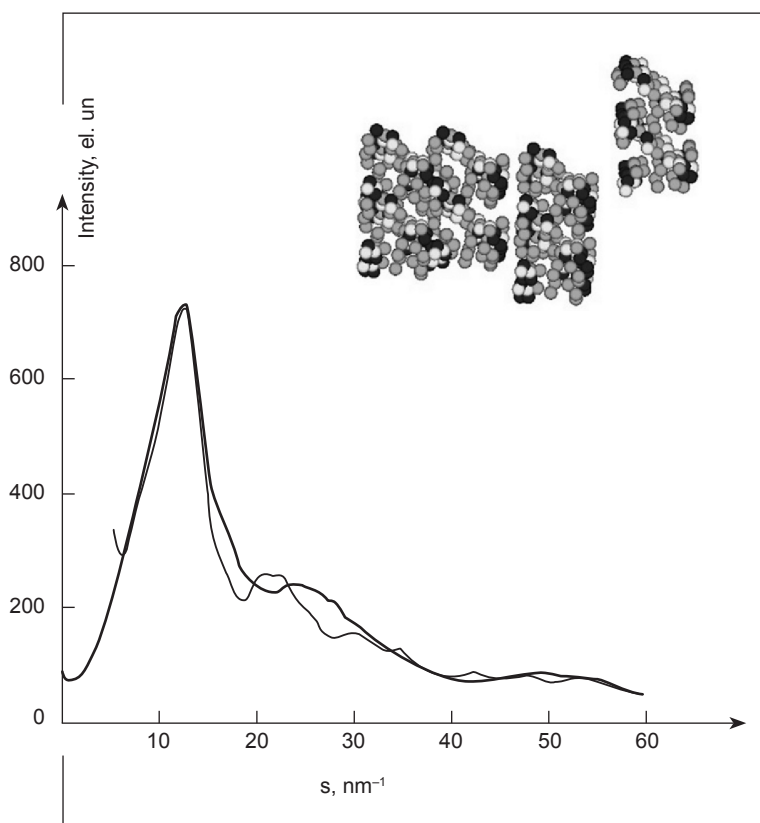


Рис. 3.

Сравнение экспериментальной кривой распределения интенсивности рассеяния (1) и теоретически рассчитанной для искаженного кластера, состоящего из четырех слоев с размерами $1a \times 2b \times 2c$, построенных на основе элементарной ячейки целлюлозы Ia. Вид искаженного кластера.

Таким образом, в результате механической деструкции микрокристаллической целлюлозы постепенно уменьшаются размеры областей когерентного рассеяния. Уже после первого часа помола толщина и длина упорядоченных областей элементарных фибрилл уменьшается приблизительно на 3 нм по сравнению с соответствующими значениями в 5,5 нм и 8,5 нм для исходной микрокристаллической целлюлозы. Степень кристалличности становится равной 40%. После трех часов механической деструкции МКЦ ее дифракционная картина становится подобной дифракционной картине аморфного материала, вид которой не претерпевает изменений вплоть до 6 часов измельчения. В процессе измельчения происходит деформация целлюлозных цепочек, в результате которой изменяются длины связей в молекулах целлюлозы, в том числе – водородных связей внутри и между соседними макромолекулами. В рамках модели хаотически разориентированных кластеров пространственная конфигурация атомов в области ближнего упорядочения аморфной целлюлозы может быть описана небольшими (до 32-х формульных единиц) искаженными кластерами с размерами, не превышающими 3 нм. Расположение одинокых целлюлозных цепочек длиной $\sim 2,1$ нм в этих кластерах отлично от такового в кристаллических модификациях целлюлозы I: макромолекулы смещены друг относительно друга и разориентированы на небольшие углы, значения которых не превышают 15° .

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Pikulev, V., Loginova S., Gurtov V. Luminescence properties of silicon–cellulose nanocomposite // *Nanoscale Research Letters*. – 2012. – Vol. 7. – P. 426:1–6.
2. Pikulev V. B., Loginova S.V., Prokopovich P. F., Gurtov V. A. Structural, optical and electrical features of material composed by nanocellulose and silicon nanoparticles // *Book of abstracts E-MRS Spring Meeting 2014, Lille, France, 26–30.05.2014*. – Q.P1–26.
3. Пикулев В. Б., Прокопович П. Ф., Гуртов В. А. Влияние озона на зарядоперенос в микрокристаллической целлюлозе // *Уч. записки Петрозаводского гос. университета*. – 2015. – Т. 2 (148). – С. 77–81.

4. Структура и физико-химические свойства целлюлоз и нанокompозитов на их основе / под ред. Л. А. Алешиной, В. А. Гуртова, Н. В. Мелех. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2014. – 240 с.
5. Okahisa Y., Yoshida A., Miyaguchi S., Yano H. Optically transparent wood–cellulose nanocomposite as a base substrate for flexible organic light-emitting diode displays // *Composites Science and Technology*. – 2009. – Vol. 69. – №11–12. – P. 1958–1961.
6. Marechal Y., Chanzy H. The hydrogen bond network in I β cellulose as observed by infrared spectrometry // *Journal of Molecular Structure*. – 2000. – V. 523. – №1–3. – P. 183–196.
7. Пикулев В.Б., Логинова С.В., Гуртов В.А. Влияние естественного и стимулированного окисления на люминесцентные свойства нанокompозитов «кремний–целлюлоза» // *Письма в ЖТФ*. – 2012. – Т. 38. – № 15. – С. 74–81.
8. Terinte N., Ibbett R., Schuster K. C. Overview on native cellulose and microcrystalline cellulose I structures studies by X-ray diffraction (WAXD): comparison between measurement techniques // *Lenzinger Berichte*. – 2011. – V. 89. – P. 118–131.
9. Алешина Л.А., Логинова С.В. Ближний порядок в порошке аморфного анодного оксида иттрия // *Кристаллография*. – 2003. Т. 48. – № 4. – С. 583–587.
10. Алешина Л. А., Мелех Н. В., Фофанов А. Д. Исследование структуры целлюлоз и лигнинов различного происхождения // *Химия растительного сырья*. – 2005. – № 3. – С. 31–59.
11. Aabloo A., French A.D. Preliminary potential energy calculations of cellulose Ia crystal structure // *Macromolecular Chem., Theory and Simulating*. – 1994. – V. 2. – P. 119–125.
12. Мелех Н.В., Алешина Л.А. Уточнение атомной структуры порошковой целлюбиозы методом Ритвельда // *Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Серия: Естественные и технические науки*. – 2012. – № 6 (127). – С. 101–105.

УДК 517.972:519.633

**Наац И. Э. [Naats I. E.],
Ярцева Е. П. [Yartseva E. P.]****МЕТОДЫ ПРИБЛИЖЕНИЯ
СУММИРУЕМЫХ ФУНКЦИЙ
НА ОСНОВЕ ИНТЕГРАЛА СТИЛТЬЕСА
ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЗАДАЧАМ
ПРИКЛАДНОГО АНАЛИЗА****Methods of approximation of summable
functions on the basis of the integral
of Stieltjes with respect to applied analysis**

Рассматриваются эмпирические функции, заданные приближенно, например, на основе некоторых измерений наблюдаемого процесса или явления, полученных в эксперименте. Подобные функции считаются суммируемыми в определенной области наблюдений, но не дифференцируемыми в обычном смысле. Затруднения, связанные с применением обычных производных для анализа подобных функциональных зависимостей, требуют разработки таких методов функционального анализа, которые бы оперировали так называемыми обобщенными производными (тоже операторами обобщенного дифференцирования). Соответствующий аппарат был предложен авторами ранее применительно к решению дифференциальных уравнений в случае их некорректности и основывался на представлении исследуемых функций их сингулярными интегралами. В пределах настоящей работы изложенный выше подход распространяется на случай, когда интегралы в исходных представлениях функций имеют форму интеграла Стильтьеса (тоже Лебега – Стильтьеса). В ряде прикладных задач искомым функциям в качестве исходного предположения предписывается необходимость представления в виде интеграла Стильтьеса. Подобные ситуации могут иметь место в теории потенциалов и тех задачах теоретической физики, которые используют интегральные операторы потенциального типа. Подобный подход заметно расширяет содержательную сторону аппарата приближения функций, придавая ему большую эффективность и наглядность в тех задачах, когда приходится «конструировать» модель исследуемой функциональной зависимости по приближенным данным (тоже в условиях априорной неопределенности). При этом, те вычислительные схемы, которые связаны с практической реализацией излагаемого метода в приложениях, в ряде случаев могут быть заметно проще и эффективнее тех алгоритмов, которые требуются для реализации интегральных представлений функций на основе сингулярных интегралов. В работе выполняется построение и обоснование вычислительного метода, приводится пример, иллюстрирующий возможные приложения представленной теории представления эмпирических функций.

Ключевые слова: эмпирическая функция, теория приближения функций, интеграл Лебега – Стильтьеса, задачи прикладного анализа, сингулярные интегралы, операторы обобщенного дифференцирования.

Discusses empirical functions that were defined when-blajenno, for example, based on some measurements of the observed process or phenomena obtained in the experiment. Such functions are considered to be summable in a certain area of observation, but not differencethe get adequate in the usual sense. Difficulties associated with the use of conventional

derivatives for the analysis of such functional dependencies require the development of such methods of functional analysis which would operirovat-whether the so-called generalized derivatives (also operators of generalized differentiation). The corresponding apparatus was proposed by the authors earlier is applied to solve differential equations in case of discrepancy and based on the performance of the studied functions by singular integrals. Within the present work from the suggested above approach is extended to the case when the integrals in IP-initial representations of functions have the form of the Stieltjes integral (Lebesgue – Stieltjes). In a number of application tasks desired functions as the initial assumptions required the need to present in the form of the Stieltjes integral. A similar situation can occur in the theory of potentials and the theoretical physics problems that use inte-integral operators of potential type. This approach significantly extended the content of the unit of approximation of functions, giving it greater efficiency and clarity in those tasks when you have to «construct» the model of functional dependence according to rough data (also in conditions of a priori uncertainty). Thus, the computational schemes that are associated with practical carrying out-she described the method in applications in some cases can be much simpler and more efficient algorithms that are required for the implementation of integral representations of functions based on singular integrals. The work performed in the construction and justification of the computational method, an example illustrating possible applications of the presented Noi the theory of representation of empirical functions.

Key words: empirical function, approximation theory of the functions, the integral is Lebesgue – Stieltjes, problems of applied analysis, singular integrals, operators of generalized differentiation.

Введение.

Использованный в названии работы термин «прикладной анализ» соответствует той интерпретации его содержательного смысла, которая ему дана в известной монографии К. Ланцоша «Практические методы прикладного анализа» [1]. Главным и существенным моментом прикладного анализа является изучение функциональной зависимости двух величин, скажем $X = \{x : x \in \Omega_x\}$ и $Y = \{y : y = f(x), x \in \Omega_x\}$ в условиях, когда исходные данные суть приближенные числа. Зачастую это дискретные множества $B = \{(x_i, y_i)\}_{i=1}^m$, либо так называемые σ – приближения функций. В последнем случае считается, что исследуемая функция $f(x)$ представлена в анализе функцией $f_\sigma(x)$ такой, что

$$\|f_\sigma(x) - f(x)\| \leq \sigma \|f\|,$$

где $(\sigma > 0)$ – некий параметр, характеризующий погрешность исходных данных. Функцию $f_\sigma(x)$ в контексте настоящей работы считаем L – суммируемой на множестве $\Omega_x = [a, b]$ $\Omega_x = [a, b]$, но никоим образом не дифференцируемой

в обычном смысле. Для характеристики локальной изменчивости подобных функций может быть использован оператор

$$(D_h f_\sigma)(x) = \frac{f_\sigma(x+h) - f_\sigma(x-h)}{2h} = \frac{(\Delta_h f_\sigma)(x)}{2h}, \quad (h > 0),$$

где параметр сдвига h считается достаточно малым, но конечным. Смысл, который вкладывается в понятие «достаточно малый» оговаривается всякий раз отдельно в конкретных прикладных задачах. Во всяком случае, оценка его величины увязывается с допустимыми значениями параметра σ . Затруднения, связанные с применением обычных производных для анализа функциональных зависимостей, требуют разработки таких методов анализа, которые бы оперировали так называемыми обобщенными производными (тоже операторами обобщенного дифференцирования). Соответствующий аппарат был предложен автором ранее в работах [2–4] применительно к решению дифференциальных уравнений в случае их некорректности [8] и основывался на представлении исследуемых функций их сингулярными интегралами. Смысл подобного представления состоит в том, что всякая интегрируемая на Ω функция может рассматриваться в любой точке $x \in \Omega$ как предел некоторой последовательности непрерывных функций. Соответствующим примером является последовательность вида

$$\int_{\Omega_x} K_n(x, x') f(x') dx' = f_n(x, f) = (K_n f)(x) \quad (1)$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} (K_n f)(x) = f(x), \quad (2)$$

где $\{K_n(x, x')\}_{n=1}^\infty$ – некая последовательность ядер интегральных операторов K_n ($n = 1, \dots$) [5].

Для любой пары (n, x) ($n < \infty$) функции вида $(K_n f)(x)$ непрерывны. Более того, они могут быть дифференцируемыми на Ω почти в каждой точке x . Заметим, что подобный подход к анализу разрывных фун-

кций восходит к исследованиям Бэра [6]. В соответствии с (1) и (2), всякая функция $f(x)$ есть предел последовательности $\{(K_n f)(x)\}_{n=1}^{\infty}$. Ясно, что если $f(x)$ представлена $f_{\sigma}(x)$, что ниже будем обозначать через $f(x) \sim f_{\sigma}(x)$, используя (обозначая) символ отношения эквивалентности « $\sim$ », то последовательность $\{(K_n f)(x)\}_{n=1}^{\infty}$ в принципе может быть представлена последовательностью $\{(K_n f_{\sigma})(x)\}_{n=1}^{\infty}$ в силу корректности операции интегрирования на множестве приближенных данных. Напомним, что $f_{\sigma}(x) \in C_{\Sigma}(\Omega_x)$. Что же касается функционального класса $f(x)$, то он оговаривается в виде предположений априорного характера. Можно, разумеется, предполагать, что $f(x) \in C_1(\Omega)$, но для того, чтобы иметь представление о величине $\|f'(x)\|_{L(\Omega)}$ необходим аппарат «дифференцирования» функции $f_{\sigma}(x)$ из класса $C_{\Sigma}(\Omega)$, о чем и пойдет речь ниже. В частности, если допустить, что $f(x) \in C_1(\Omega)$, то в соответствии с интегралами представления данной функции имеем

$$\int_{\Omega_x} K_n(x, x') (Df)(x') dx' = ((K_n D)f)(x),$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} ((K_n D)f)(x) = (Df)(x). \quad (3)$$

В соответствии с формулой интегрирования по частям имеем

$$\int_{\Omega_x} K_n(x, x') f'(x') dx' = - \int_{\Omega_x} K'_{n,x'}(x, x') f(x') dx' + \psi_n(x, \bar{f})$$

где

$$\psi_n(x, \bar{f}) = [K_n(x, x') f(x')]_{x'=a}^{x'=b}$$

При $f(a) = f(b) = 0$ получим $\psi_n(x, \bar{f}) \equiv 0$ и, следовательно, можно полагать для $f(x) \in C_1(\Omega_x)$ справедливость равенства

$$((K_n D)f)(x) = ((D_x K_n)f)(x) \quad (4)$$

где $(D_x K_n)$ – интегральный оператор с ядром $K'_{n,x}(x, x')$.

Правая часть (4) определена в принципе для любой интегрируемой функции, что и служит основой для разработки вычислительных методов построения операторов обобщенного дифференцирования для различных задач прикладного анализа функций (эмпирические функции, реализации случайных процессов и т.п.). Этим задачам посвящены работы автора [2–4].

Постановка задачи, построение и обоснование метода.

В пределах настоящей работы изложенный выше подход распространяется на случай, когда интегралы в исходных представлениях (1) – (3) имеют форму интеграла Стильтьеса (тоже Лебега – Стильтьеса). Введение подобных обобщений теории интегрирования функций вещественной переменной формально вполне естественно, если речь заходит о представлении функций, суммируемых в области своего определения [6]. Вместе с тем, как будет показано ниже, подобное обобщение заметно расширяет содержательную сторону аппарата приближения функций, придавая ему большую эффективность и наглядность в тех задачах, когда приходится «конструировать» [7] модель исследуемой функциональной зависимости по приближенным данным (тоже в условиях априорной неопределенности). Напомним, прежде всего, что в численных методах решения функциональных уравнений приближенные функции, как правило, реализуются в виде вектора $\bar{f}_\sigma$, компоненты которого являются значениями функции $f_\sigma(x)$ в некой системе точек $\{x_i\}_{i=1}^m$ в области Ω . Поскольку в последовательности $\{f_{\sigma,i}\}_{i=1}^m$ все числа являются приближенными, то прямое сопоставление значений x_i переменной x с числами $f_{\sigma,i}$ не корректно (по определению). Более обосновано принять следующее соотношение между элементами указанных выше последовательностей

$$f_{\sigma,i} = \frac{1}{h} \int_{x_i - \frac{h}{2}}^{x_i + \frac{h}{2}} f_\sigma(x') dx' = \bar{f}_{\sigma,i}, \quad (i = 1, \dots, m) \quad (5)$$

Соотношение (5) в полной мере соответствует ситуации, когда функциональные зависимости исследуются так называемыми экспериментальными методами. Ясно, что функции характеризующиеся множествами вида $B_\sigma = \{(x_i, \bar{f}_{\sigma,i})\}_{i=1}^m$ должны быть, по крайней мере, суммируемыми в области наблюдений $\Omega = [a, b]$. Если обратиться непосредственно к искомой функции $f(x)$, определенной на $\Omega = [a, b]$, для которой $f_\sigma(x)$ есть σ – приближение, то интеграл (5) для точки x можно переписать в виде

$$\frac{1}{h} \int_{x_i - \frac{h}{2}}^{x_i + \frac{h}{2}} f_\sigma(x') dx' = S_h(x, f). \quad (6)$$

Подобные функционалы по f рассматриваются как функции точки $x \in \Omega$ и в прикладном анализе называются функциями Стечкина, которые играют важную роль в конструировании компактных подмножеств в классе $C(\Omega)$. Функции $S_h(x, f)$ в свою очередь просто выражаются через неопределенный интеграл исходной функции $f(x)$ на Ω . Действительно, имеем соотношение

$$S_h(x, f) = \frac{1}{h} \left[F\left(x + \frac{h}{2}, f\right) - F\left(x - \frac{h}{2}, f\right) \right], \quad (7)$$

где

$$F(x, f) = \int_a^x f(x') dx'. \quad (8)$$

Представленные здесь соотношения (5), (6) и (7) указывают на то, что суммируемые функции ($f \in C_\Sigma(\Omega)$) в принципе могут быть охарактеризованы своим неопределенным интегралом $f(x, f)$ (8). В частности, для излагаемой в работе теории важным моментом является возможность представлять исследуемую функцию $f(x)$ в виде интеграла Стильтьеса

$$(S) \int_{\Omega} K_n(x, x') dF(x', f) = (K_n dF(f))(x),$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} (K_n dF(f))(x) = f(x). \quad (9)$$

Предельное соотношение (9) определяет новую аппроксимационную последовательность, а именно $\{(K_n dF(f))(x)\}_{n=1}^{\infty}$ для данной функции $f(x)$. Если $F(x) \in C_1(\Omega)$, что влечет соотношение $dF(x, f) = f(x)dx$, то две последовательности $\{(K_n dF(f))(x)\}_{n=1}^{\infty}$ и $\{(K_n f)(x)\}_{n=1}^{\infty}$ эквивалентны. В противном случае ситуация меняется и фактически мы имеем дело с различными аппаратами приближения функций интегралами. В связи с этим напомним некоторые положения теории интегрирования, связанные, прежде всего, с функциями $f(x)$ и $F(x, f)$. Если $f(x)$ – интегрируемая функция на Ω ($f \in C_{\Sigma}(\Omega)$), то $F(x, f)$ – функция абсолютно непрерывная (тоже функция ограниченной вариации). Как известно, эти функции могут и не иметь производных в точках $x \in \Omega$, и выполнить условие $F(x) \in C_1(\Omega)$ не представляется возможным. Определенным выходом из указанного затруднения является предположение, что $f(x)$ интегрируема по Лебегу и тогда мера множества тех точек, где $F(x, f)$ (тоже и $f(x)$) терпит разрыв, равна нулю. Все это указывает на отличие аппроксимационных последовательностей (1), (2) и (9). Важно заметить, что те вычислительные схемы, которые связаны с практической реализацией аппарата (9) в приложениях, в ряде случаев могут быть заметно проще и эффективнее тех алгоритмов, которые требуются для реализации интегральных представлений (1), (2).

Прежде чем обратиться к приложениям в прикладном анализе интегральных представлений функций интегралами Стильтьеса, сделаем несколько замечаний относительно локальной суммируемости исследуемых функций $f(x)$ на Ω . Это связано с тем, что именно локальная суммируемость функций в большей мере важна для понимания содержательного смысла тех интегралов, которые сопровождали выше изложение теории представления. Напомним, что в теории интегрирования Лебега локальная суммируемость функций связана с предельным соотношением

$$\lim_{r \rightarrow 0} \frac{1}{|B(x, r)|} \int_{B(x, r)} f(y) dy = f(x) \quad (10)$$

где $B(x, r)$ шар в $\Omega \subset R_n$ радиуса r с центром в точке x .

Поскольку $\int_{B(x, r)} dy = |B(x, r)|$, то из (10) следует предельное равенство

$$\lim_{r \rightarrow 0} \frac{1}{|B(x, r)|} \int_{B(x, r)} |f(x) - f(y)| dy = 0. \quad (11)$$

С условием (11) связывают понятие точек Лебега функции $f(x)$ на Ω , к которому относят те x , где (11) выполняется. Помимо этого принято говорить, что $f(x)$ строго определена в точке x , если существует предел

$$\lim_{\varepsilon \rightarrow 0} \frac{1}{|B(x, \varepsilon)|} \int_{B(x, \varepsilon)} f(x-t) dt,$$

где $B(x, \varepsilon)$ шар с центром в точке x радиуса ε , а $|B(x, \varepsilon)|$ его мера. Значение этого интеграла предписывают функции f как ее значение в точке x . Нечто подобное уже осуществлялось выше в связи с соотношением (5), в котором функциональная зависимость f определялась посредством f_σ , то есть нечетко.

Теперь можно обратиться к введению так называемых обобщенных производных для функций, представленных интегралами (тоже последовательностями вида $\{(K_n dF(f))(x)\}_{n=1}^\infty$). Исходным при этом считаем оператор вида

$$(D_h f)(x) = \frac{f(x+h) - f(x-h)}{2h}, \quad (12)$$

который, как известно, при $h \rightarrow 0$ для всякой дифференцируемой в точке x функции $f(x)$ дает так называемую обычную симметрическую производную $(D_s f)(x)$. В соответствии с (9) имеем $(D_{h,x} K_n dF)(x) \sim (D_h f)(x)$, где $(D_{h,x} K_n)$ есть интегральный оператор с ядром

$$\frac{K_n(x+h, x') - K_n(x-h, x')}{2h} = \frac{1}{2h} (\Delta_{h,x} K_n)(x, x') = E_{n,h}(x, x'). \quad (13)$$

Поскольку ядро $E_{n,h}(x, x')$ не обязательно суммируемо при $h \rightarrow \infty$ в силу возможных сингулярностей при $x' \rightarrow x$, то обычно оговаривают, что в (13) значение смещения h сколь угодно мало ($h > 0$) за исключением точки $h = 0$. В тех вычислениях, которые связаны с указанными интегралами, естественно введение условия $h \geq \mu$, где μ – некий параметр вычислительного алгоритма, выбор которого находится в зависимости от величины σ (см. (5)). В ряде случаев удастся связать выбор значений предельного шага дискретизации μ для разностного оператора (12) с особенностями аналитического поведения исследуемых функций $f(x)$ в пределах Ω . Так, например, в работе автора [2] показано, что если $f(x) \in Lip_M \alpha$, где показатель Липшица $\alpha \in (0; 1)$, то для функций $(K_n f)(x)$ имеет место соотношение

$$\mu \leq h < \frac{c}{\alpha \sqrt[n]{n}},$$

где c – некоторая константа. Теперь обратимся к интегралам с ядром $E_{n,h}(x, x')$ (13). Имеем формально

$$D_h \left(\int_a^b K_n(x, x') dF(x', f) \right) = \int_a^b \frac{1}{2h} (\Delta_{h,x} K_n)(x, x') dF(x', f) = \int_a^b E_{n,h}(x, x') dF(x', f). \quad (14)$$

Поскольку $K_n(x, x') = K_n(x - x')$, то нетрудно показать справедливость следующего равенства

$$(\Delta_{h,x} K_n)(x, x') = K_n(x+h, x') - K_n(x-h, x') = K_n(x, x'-h) - K_n(x, x'+h) = -(\Delta_{h,x'} K_n)(x, x').$$

С учетом этого соответствующую интегральную сумму для (14) можно представить в виде

$$\int_a^b \frac{1}{2h} (\Delta_{h,x} K_n)(x, x') dF(x', f) = \sum_{l=1}^m \frac{1}{2h} (\Delta_{h,x'} K_n)(x, \xi'_l) (\Delta_h F)(x_l), \quad (15)$$

где $\xi'_l \in (x'_{l-1}, x'_l)$ и $\{x'_l\}_{l=0}^m$ – система точек на отрезке

$$\Omega = [a, b] \quad (x_0 = a, x_m = b).$$

Для сходимости подобных интегральных сумм необходимо соответствующее согласование процессов предельного перехода при $n \rightarrow \infty$ и $m \rightarrow \infty$. Для последующего анализа обратимся к ядрам сингулярного интеграла Пуассона, записав их предварительно в виде

$$P_n(x, x') = \frac{dn}{\pi} \cdot \frac{1}{n^2(x - x')^2 + d^2}, \quad (n = 1, 2, \dots),$$

где d ($d > 0$) – некоторая постоянная. Для этого ядра трудно доказать, что

$$\left| \frac{(\Delta_{h,x} K_n)(x, \xi'_l)}{2h} \right| \leq A(x, \xi'_l, n) < \infty$$

при условии $\xi'_l \neq x$. Последнее ограничение можно заменить условием $|x - \xi'_l| \geq \mu$, о чем уже говорилось выше. В этих условиях можно писать соотношение

$$\int_{\Omega} E_{n,h}(x, x') dF(x', f) \sim (\tilde{D}_h f)(x) \quad (16)$$

для всех пар (x, n) . Поскольку в соответствии с (16) имеем преобразование $E: dF(f) \rightarrow (\tilde{D}_h f)$, то можно условно говорить об операторе обобщенного «дифференцирования» исследуемой функции $f(x)$, заданной сингулярным интегралом Стильтьеса для первообразной $F(x, f)$. Символ « $\sim$ » в (16) связан именно с подобным характером дифференцирования.

При вычислениях интегральных сумм (15) необходимо указать способ выбора последовательностей неопределенных точек $\{\xi'_l\}_{l=1}^m$. Послед-

$$\int_a^b E_{n,h}(x, x') dY^{(1)}(x', \vec{F}) = \sum_{l=1}^m (\bar{E}_{n,h})_l(x) \Delta_l(F), \quad (18)$$

где обозначено

$$(\bar{E}_{n,h})_l(x) = \frac{1}{\Delta_l(x)} \int_{x_l}^{x_{l+1}} E_{n,h}(x, x') dx',$$

$$(l = 1 \dots m).$$

Поскольку $\Delta_l(F) = F_{l+1} - F_l$, то правую часть (18) можно представить для каждой пары (n, x) в виде выражения $(\hat{G}\vec{F})$, где матрица $\hat{G}$ определяется формулой

$$\hat{G} = \{G_{i,l}\} = \{(\bar{E}_{l-1,i} - \bar{E}_{l,i})\}, \quad (l = 1 \dots m, i = 1 \dots m).$$

В заключение приведем **пример, иллюстрирующий возможные приложения представленной выше теории представления функций**. Напомним, что в ряде прикладных задач искомым функциям в качестве исходного предположения предписывается необходимость представления в виде интеграла Стильтьеса. Подобные ситуации могут иметь место в теории потенциалов и тех задачах теоретической физики, которые используют интегральные операторы потенциального типа. Примером может служить функция $f(x)$, представленная интегралом

$$f(x) = \int_{\Omega_y} \frac{Q(x, y)}{|x - y|^\beta} d\mu(y), \quad (19)$$

где $Q(x, y)$ вполне регулярна в каждой точке $(x, y) \in \Omega_x \times \Omega_y$, $\beta \in (0, 1)$ параметр и $\mu(y) \in \Phi \uparrow$. В этом примере речь идет о так называемых потенциалах Рисса [6]. Вводим далее для исследуемой функции $f(x)$ ее сингулярный интеграл $(K_n f)(x)$ относительно последовательности $\{K_n\}_{n=1}^\infty$ в

соответствии с правилом

$$\int_{\Omega_{x'}} K_n(x, x') f(x') dx' = (K_n f)(x) = f_n(x) \rightarrow f(x), \quad (20)$$

при $n \rightarrow \infty$.

Подставляя (19) в (20), приходим к следующему интегральному представлению искомой функции $f(x)$

$$\int_{\Omega_{x'}} K_n(x, x') \left(\int_{\Omega_y} \frac{Q(x', y)}{|x' - y|^\beta} d\mu(y) \right) dx' = \int_{\Omega_y} \bar{Q}_{n, \beta}(x, y) d\mu(y) = (Q_{n, \beta} d\mu)(x) \rightarrow f(x) \text{ где } n \rightarrow \infty,$$

где обозначено

$$\bar{Q}_{n, \beta}(x, y) = \int_{\Omega_{x'}} K_n(x, x') \frac{Q(x', y)}{|x' - y|^\beta} dx'.$$

Если $f(x)$ представлена своим σ – приближением $f(x)$ (тоже вектором $\vec{f}_\sigma$ размерности m), то задача «восстановления» $f(x)$ по приближенным данным в рамках изложенного подхода сводится к численному решению интегрального уравнения вида

$$\int_{\Omega_y} Q_{n, \beta}(x, y) d\mu(y) = f_\sigma(x), \quad (n = 1, \dots). \quad (21)$$

Используя рассмотренные выше методы численного решения подобных уравнений, найдем последовательность его приближенных решений $\{\tilde{\mu}_n(y)\}_{n=1}^\infty$. Символ « $\sim$ » как и ранее, подчеркивает то обстоятельство, что эти решения соответствуют приближенной правой части (21) и получены методом обобщенной инверсии интегральных операторов в форме интеграла Стильтьеса (тоже методами условной оптимизации на симплексе $\Phi^\uparrow$). С учетом сказанного искомая функция $f(x)$ вида (19) определяется как предельный элемент последовательности

$$\left\{ \tilde{f}_n(x) = \int_{\Omega_y} \frac{Q(x, y)}{|x - y|^\beta} d\tilde{\mu}_n(y) \right\}_{n=1}^\infty. \quad (22)$$

Для определения множества решений (22) требуется построение вычислительного алгоритма на основе метода обобщенной инверсии интегральных уравнений Фредгольма первого рода в форме интеграла Стильтьеса.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ланцош К. Практические методы прикладного анализа / К. Ланцош. – М.: Физматлит, 1961. – 524 с.
2. Наац В.И. Расчетно-аналитические модели для дифференциальных уравнений с приближенными данными на основе представления решения интегралами / В.И. Наац, И.Э. Наац, Р.А. Рыскаленко // Наука. Инновации. Технологии: научный журнал Северо-Кавказского федерального университета. – Ставрополь. – 2014. – № 4. – С. 60–71.
3. Наац И.Э. Расчетно-аналитические модели для уравнений параболического типа с приближенными данными на основе методов прикладного гармонического анализа и вариационного метода взвешенной невязки / В.И. Наац, И.Э. Наац, Р.А. Рыскаленко // Наука. Инновации. Технологии: научный журнал Северо-Кавказского федерального университета. – Ставрополь, 2015. – № 3. – С. 22–34.
4. Наац И.Э. Метод решения некорректной задачи для дифференциального уравнения с приближенно заданными функциями на основе представления решения интегральными уравнениями / В.И. Наац, И.Э. Наац, Р.А. Рыскаленко // Наука. Инновации. Технологии: научный журнал Северо-Кавказского федерального университета. – Ставрополь, 2015. – № 4. – С. 16–31.
5. Данфорд Н. Линейные операторы: общая теория / Н. Данфорд, Дж. Т. Шварц. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1962. – 427 с.
6. Лебедев В.И. Функциональный анализ и вычислительная математика / В.И. Лебедев. – М.: Физматлит, 1994. – 296 с.
7. Натансон И.П. Конструктивная теория функций / И.П. Натансон. – М.: Физматлит, 1949. – 526 с.
8. Тихонов А.Н. Методы решения некорректных задач / А.Н. Тихонов, В.Я. Арсенин. – М., 1979. – 288 с.

УДК 004.021

Чипига А. Ф. [Chipiga A. F.],
Марков Д. М. [Markov D. M.],
Степаненко А. В. [Stepanenko A. V.]

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОЧНЫХ КООРДИНАТ СТАЦИОНАРНОГО ПРИЕМНИКА GPS/GLONASS

Determination of precise coordinates stationary receiver GPS/GLONASS

Координаты, рассчитываемые приемниками навигационных спутниковых сигналов, не являются константой величиной, даже если приемник находится в стационарном положении. Фиксированные точные координаты приемника используются для точных расчетов углов возвышения и подионосферных точек, поэтому наличие ошибок в исходных данных приводит к получению недостоверных конечных результатов. Задача обеспечения заданного уровня точности определения координат приемника сведена к фильтрации накопленных значений измерений, выделению области точек максимальной концентрацией и отношению геометрического центра найденной области. Применен метод кластеризации с использованием алгоритма поиска скользящим кубом с заданным шагом. Разработанный алгоритм применим для определения координат приемника как в случае его перемещения, так и для периодического уточнения его координат с учетом накопления статистики измерений.

Ключевые слова: координаты, ECEF, базовая станция, стационарный приёмник, приёмник спутникового сигнала, определение положения объекта, точность координат.

The results of adaptation of clustering algorithms to determine the exact coordinates of the receiver GPS/GLONASS. As input data for the algorithms was used for the coordinates submitted in the geocentric coordinate system. The practical result of the application of adapted clustering algorithms for the receiver of GPS/GLONASS installed in the North-Caucasus Federal University.

Key words: coordinates, ICEF, base station, stationary receiver, satellite receiver, determining the position of an object, the coordinate precision of the.

Введение

ECEF («Earth-Centered, Earth-Fixed», «Геоцентрическая»), является географической системой координат в декартовой системе координат [1]. Она определяет положение объекта в виде набора координат (X, Y, Z). Точка (0, 0, 0) определяется как центр масс Земли, отсюда и название «геоцентрическая система координат». Оси координат совмещены с Международным опорным полюсом (IRP) и

Международным эталонным меридианом (IRM), которые зафиксированы по отношению к поверхности Земли (рис. 1) [2]. Термин ECEF иногда может вызвать путаницу, поскольку Земля не вращается вокруг оси Z (в отли-

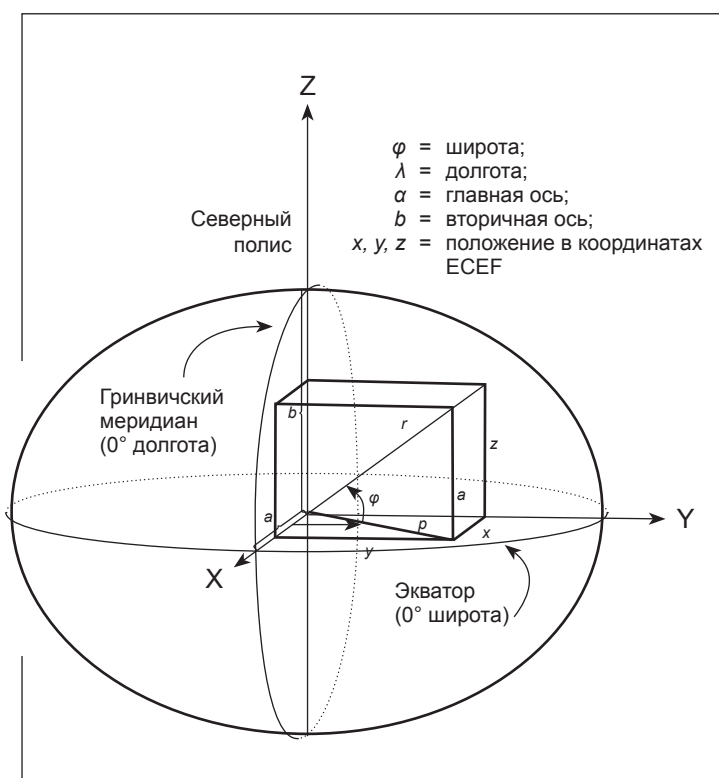


Рис. 1. Представление системы координат ECEF.

чие от инерциальной системы, такой как ECI), и, следовательно, в качестве альтернативы, её называют ECR.

Z -ось указывает на северный географический полюс, но она не совпадает с мгновенной осью вращения Земли [2]. Небольшое «би-

ение» оси вращения называется полярным движением [2]. Ось X пересекает сферу Земли при 0° северной широты (экватор) и 0° западной долготы (Гринвичский меридиан). Это означает, что ECEF вращается с Землей, следовательно, координаты выбранной точки закреплены на поверхности Земли и остаются неизменными.

Координаты, вычисленные приёмником GPS/GLONASS, зависят от текущего состояния ионосферы, текущего состояния тропосферы, а также от геометрического фактора расположения наблюдаемых спутников [3, 4, 8–11, 13]. Таким образом координаты, рассчитываемые приёмником навигационных спутниковых сигналов, не являются константной величиной, даже если приёмник находится в стационарном положении. В статье рассмотрен метод который позволяет из всего множества вычисленных координат определить одну точку, являющуюся истинным положением стационарного приёмника.

Постановка задачи

Используя приёмник GPStation-6, получены результаты расчёта координат в системе ECEF с 17.03.2015 06:39:23 по 28.04.2015 11:56:43 с частотой дискретизации 1 Гц. В таблице 1 представлена выборка данных, полученная за указанный промежуток времени, в которой показано, что полученные значения изменяются во времени, хотя приёмник является стационарным (табл. 1).

Фиксированные точные координаты приёмника важны для точных расчётов углов возвышения и подионосферных точек. Необходимость высокой точности расчётов обусловлена тем, что аппаратно-программный комплекс создавался для расчёта параметров мелкомасштабных неоднородностей, размеры которых сопоставимы с размерами второй зоны Френеля [8–11]. Вычисленные фиксированные координаты позволят жёстко установить данные значения в программном обеспечении и не использовать изменяющиеся координаты приёмника, точность которых изменяется во времени.

Табл. 1. ПРИМЕР КООРДИНАТ ПРИЁМНИКА

Время	X	Y	Z
17.03.2015 06:39:26	3359889.03548428	3015781.27372974	4491035.28183323
17.03.2015 06:39:30	3359889.03255069	3015781.28710314	4491035.28441891
17.03.2015 06:39:31	3359889.04544064	3015781.30632214	4491035.29839817
17.03.2015 13:17:15	3359888.11709078	3015780.49758886	4491034.07417617
18.03.2015 11:32:08	3359887.69897777	3015780.54725093	4491034.15658857
25.03.2015 09:52:59	3359887.82124055	3015781.41441592	4491035.70420415
28.04.2015 11:37:40	3359887.21557261	3015779.82480263	4491033.90387656

На рисунке 2 в трёхмерной проекции показан разброс точек по всему набору данных, который были накоплены с 17.03.2015 06:39:23 по 28.04.2015 11:56:43. Видно, что разница между минимальными и максимальными значениями по осям координат составляет около семи метров.

Несмотря на наличие точек, которые сильно отклоняются от истинного положения станции, большая часть точек не должна значительно отклоняться, т.к. в противном случае не работает сам принцип определения координат земного объекта по данным навигационных спутников [4]. Таким образом, задача сводится к выполнению фильтрации значений, выделению области точек с максимальной концентрацией и отысканию геометрического центра найденной области.

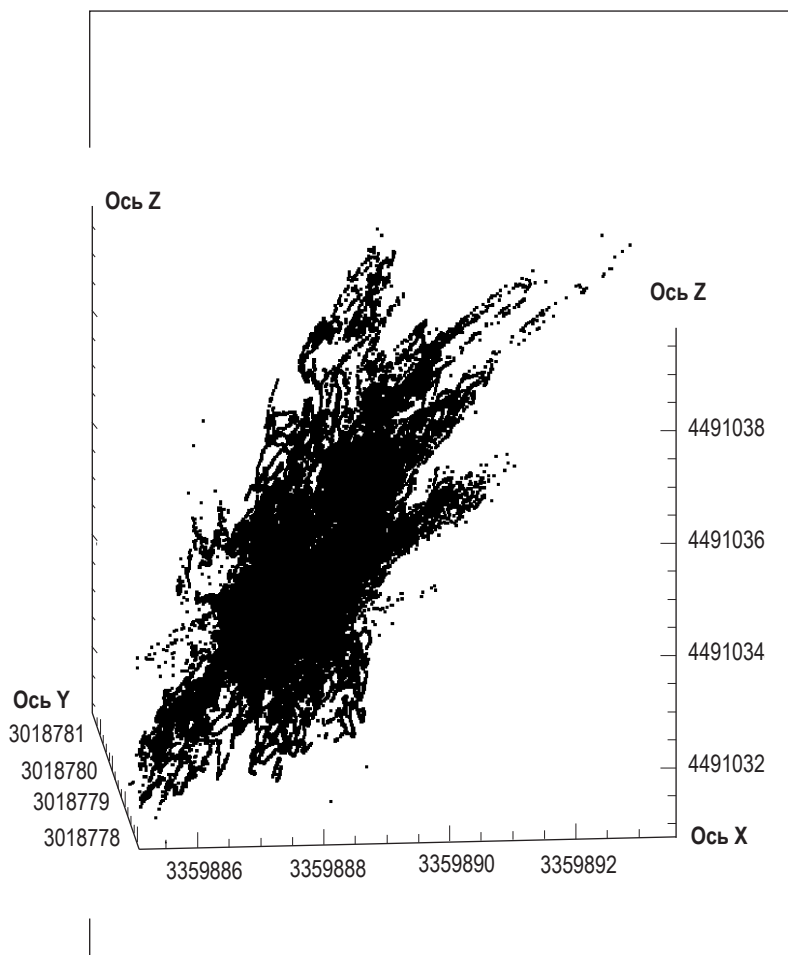


Рис. 2.

Разброс вычисленных координат приёмника GPStation-6.

Решение задачи

Первым этапом фильтрации является отсеивание ночных измерений, так как современные исследования ионосферы показывают, что в ночное время ионосфера более разреженная [8–11] и, следовательно, это не оказывает большее влияние на точность определения коор-

динат. После проведения фильтрации ночных измерений был получен разброс точек координат, представленный на рисунке 3. Видно, что разброс по осям координат заметно сократился, но при этом появились разрежен-

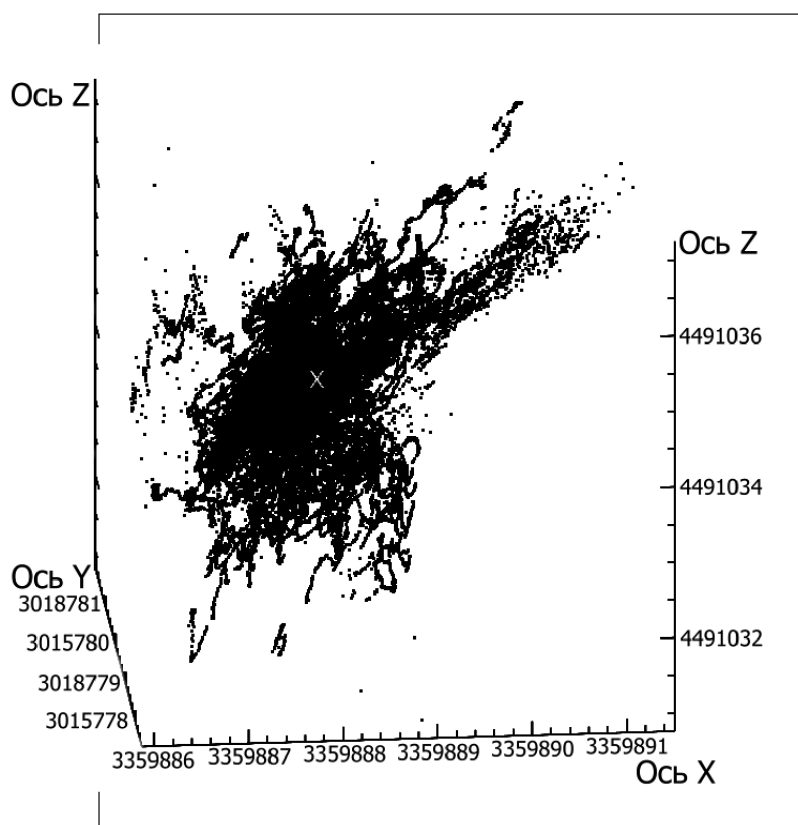


Рис. 3. Разброс координат станции без ночных измерений.

ные области, которые сильно отклоняются от основного скопления точек. Крестиком на рисунке 3 отображено среднее значение все точек. Как видно из рисунка 3, среднее геометрическое место точек не попадает в об-

ласть максимального скопления, следовательно, требуется выполнение дополнительной фильтрации значений.

Таким образом, первичная задача сводится к тому, чтобы отфильтровать отдельно стоящие значения, которые мешают определению точных координат приёмника. Одними из методов фильтрации точек являются методы кластеризации [5, 6, 12]. В основе методов кластеризации лежат различные подходы. На основе анализа существующих методов выбран метод k -средних и его более простая вариация. Оба этих метода основаны на принципе группировки точек в группы по определённому критерию и отсечению групп с минимальным количеством точек. Метод k -средних разработан Stuart P. Lloyd [7].

Алгоритм k -средних – это метод сегментирования точек в кластеры [7]. Допустим, что $X = \{x_1, x_1, \dots, x_n\}$ – набор точек в пространстве R^d . Определяют центры кластеризации в пространстве R^d , и алгоритм распределяет точки в кластеры по следующему принципу:

1. Для каждого $i = \{1, \dots, k\}$, определить кластер C_i , который будет для набора точек из X ближе к c_i , чем к c_j для всех $j \neq i$.
2. Для каждого $i = \{1, \dots, k\}$, набор c_i будет центром масс всех точек в C_i :
$$c_i = 1/|C_i| \sum_{x \in C_i} x.$$
3. Повторять шаги 1 и 2 до тех пор, пока c_i и C_i не перестанут изменяться, в этот момент будет определён искомым кластер C_i .

Если существуют два центра, которые одинаково близки к точке X , то искомым кластер определяется произвольно. Если кластер на шаге 2 не имеет точек, то он исключается из анализа, и алгоритм продолжает своё выполнение. Границы поиска точек в ходе выполнения кластеризации должно быть такими, чтобы охватывали все возможные точки.

Сам по себе метод k -средних не определяет, каким именно образом осуществлять объединение точек в кластеры, т.к. сама точка может представлять из себя как точку, так и быть абстрактным представлением сложного состояния системы или элемента системы. Выбор окончательной методики предоставляется применяющему данный алгоритм. При решении абстрактных задач, как правило, на первом этапе центры кластеризации определяют произвольно.

Для решения задачи выбрано два метода объединения в кластеры:

- 1) метод округления значений;
- 2) метод поиском куба.

Метод округления значений основан на том факте, что при округлении числа с заданной точностью, ближайшие точки сами сгруппируются к ближайшему центру [5]. Результат фильтрации данным алгоритмом показан на рисунке 4. Как видно из графика 4, образовалось около 10–12 групп, которые чаще всего определяются как текущее положение приёмника. На основе полученного результата можно сделать вывод, что данный метод не даёт однозначного результата, потому что группы разбросаны в пространстве. Следовательно, требуется поиск другого алгоритма, который был бы более применим к исходным данным.

Другим методом кластеризации является алгоритм поиска скользящим квадратом с заданным шагом. Так как исходные данные представлены в трёхмерном пространстве, то алгоритм требует расширения до поиска скользящим кубом. Для полного покрытия всех вариантов кластеризации необходимо при поиске выполнять смещение куба на четверть величины ребра. В методе скользящим кубом центром кластеризации выступает геометрический центр куба, в пределах которого определяются точки, попадающие в данный кластер. Центры кластеризации определяются жёстко,

так как шаг куба задаётся в зависимости от текущих границ поиска. Границы поиска алгоритма определяются как максимальные и минимальные

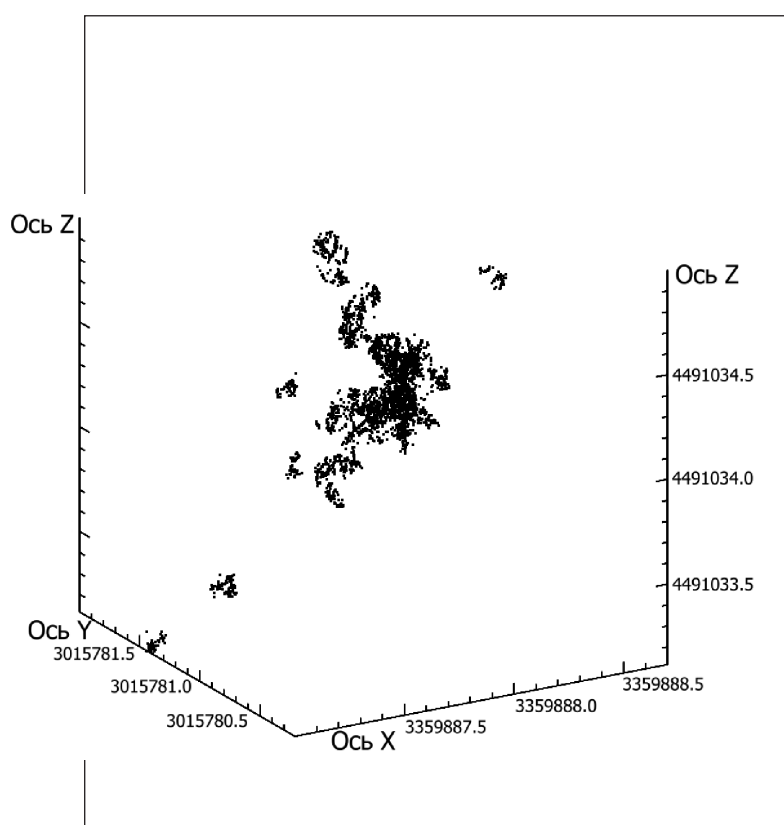


Рис. 4.

Результат фильтрации методом кластеризации.

значения по осям координат с дополнительным запасом для охвата крайних значений точек. Схема алгоритма поиска скользящим кубом показана на рисунке 5.

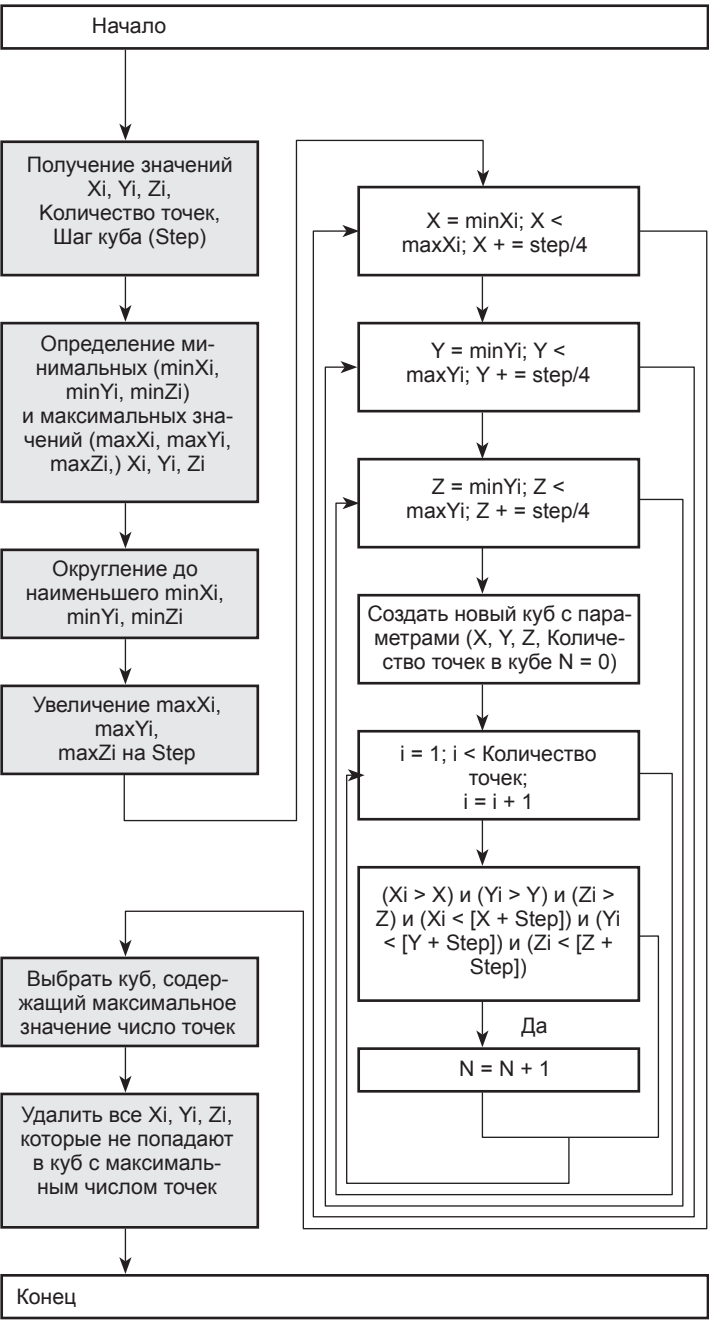


Рис. 5. Алгоритм поиска наибольшего скопления точек методом скользящего куба.

На первом этапе выбирается куб с ребром два метра, чтобы отбросить только те точки, которые сильно отклоняются от искомого центра координат. На рисунке 6 показан результат первой итерации с

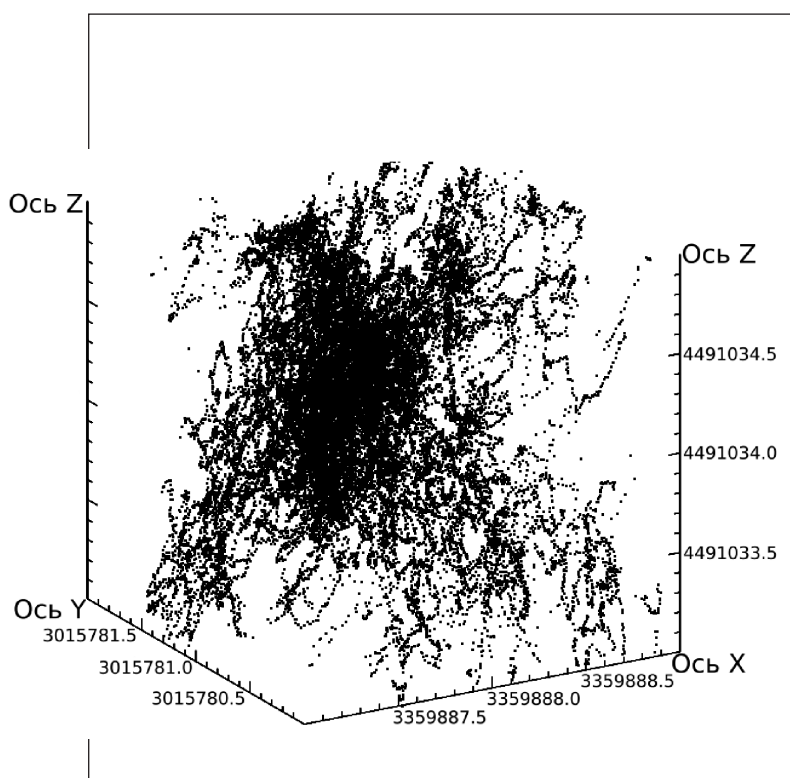


Рис. 6.

Первая итерация методом скользящего куба.

большим кубом, который показывает, что в первой итерации удалось отсечь много точек, расположенных одиночно или мелкими группами. Последовательно выполняя алгоритм поиска скользящим ку-

бом на наборе точек, полученном на предыдущем шаге, получили результат, представленный на рисунке 7.

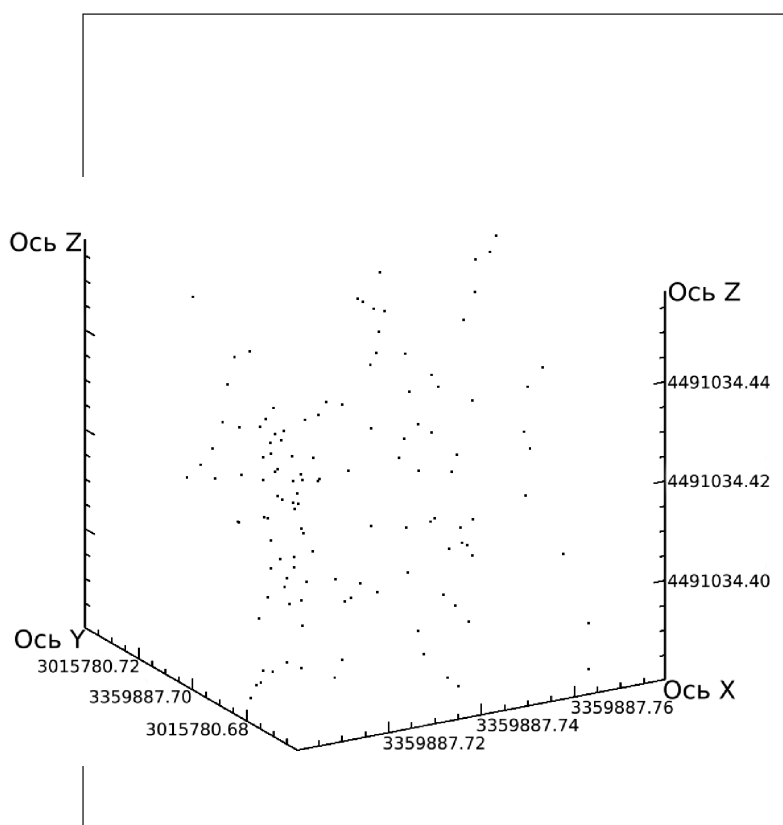


Рис. 7. Результат выполнения последней итерации с шагом 0,08 м.

Результат на графике 7 имеет разброс в 0,08 метра. Последующие попытки уменьшения шага фильтрации не позволили получить более точный результат, поэтому данный шаг является финальным.

Из оставшегося числа точек необходимо вычислить геометрический центр, что будет являться средним значением всех этих точек. Полученное значение и будет являться координатами станции в системе ECEF.

В результате вычисленные координаты в системе ECEF для приёмника оказались следующими {3359887.7360270233; 3015780.7030354231; 4491034.4133111592}. На рисунке 8 показано размещение данной точки вычисленного центра координат в двух проекциях относительно всего скопления точек.

Сравнительный анализ достигнутых результатов с результатами, полученными известными методами

Полученный алгоритм для определения координат стационарного приёмника GPS/GLONASS позволил определить точное местоположение приёмника. Метод округления значений точек показал свою неприменимость в данном случае, т. к. в результате его применения образовалось несколько разнесённых в пространстве центров кластеризации. Метод скользящего куба, напротив, позволил выделить кластер, содержащий максимальное количество точек, из которых и было получено точное местоположение приёмника.

Метод фильтрации не является самым быстрым в связи с тем, что требуется выполнение множественных вложенных циклов и повторение данной интерации до тех пор пока, ни будет получен конечный результат. В сравнении с алгоритмом округления вычислительная сложность метода скользящего куба возрастает экспоненциально в зависимости от количества точек. Но, в отличие от метода округления, метод скользящего куба дает однозначный результат.

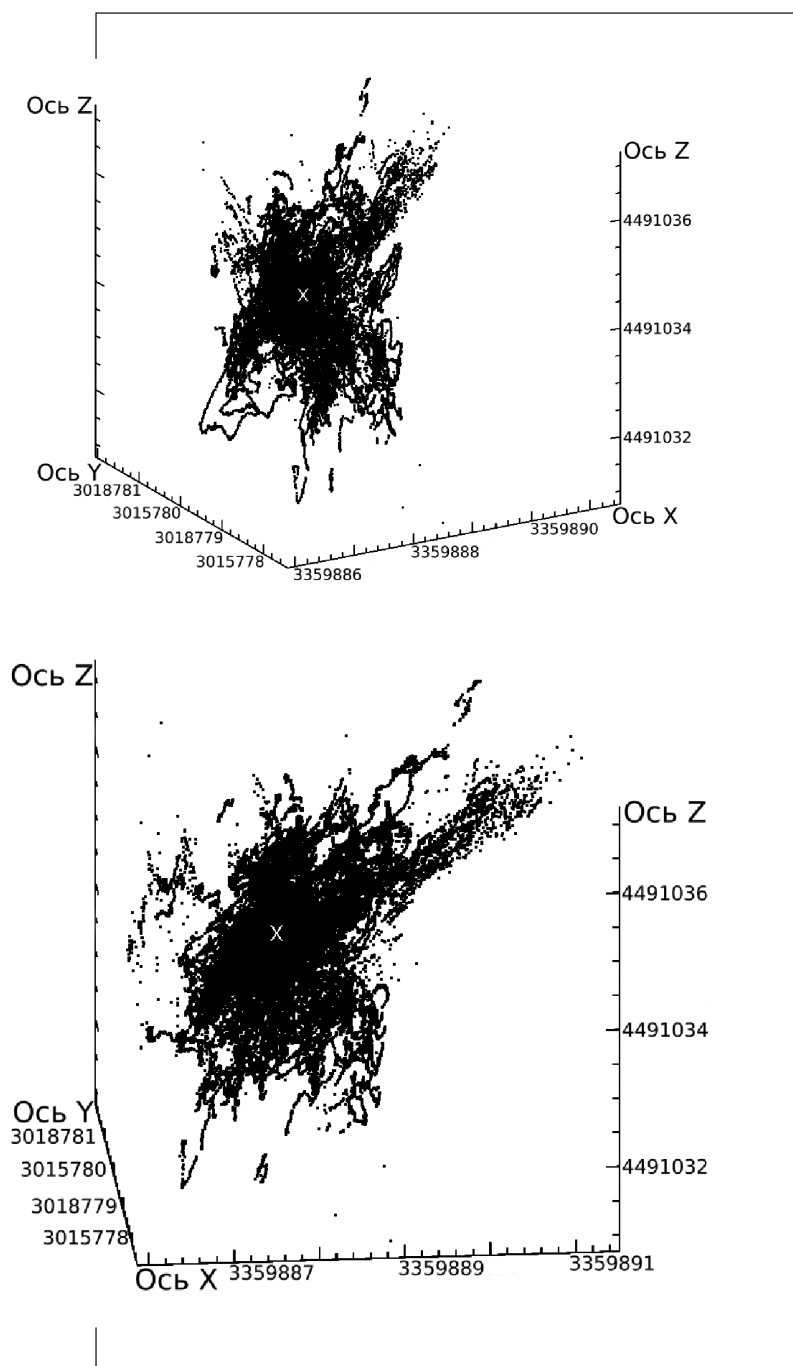


Рис. 8.

Положение рассчитанного центра координат относительно всего массива координатных точек.

Выводы

Проверены два метода кластеризации, позволяющие выполнять фильтрацию точек в пространстве. Алгоритм поиска скользящим кубом позволяет получить однозначный и точный результат при выполнении фильтрации набора координат, представленных в системе ECEF.

Получен алгоритм, применимый для определения координат приёмника в случае его перемещения, а также для периодического уточнения координат приёмника при увеличении количества точек и продолжительном наблюдении. Выполнен расчёт точных координат стационарного приёмника GPS/GLONASS.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Alfred Leick. GPS Satellite Surveying. – Canada: Wiley, 2004.
2. Sanz Subirana, Juan Zornoza and Hernández-Pajares. GNSS Data Processing, Vol. I: Fundamentals and Algorithms. – ESA Communications, 2013.
3. Radia MIR. Investigation of Deformations in North of Algeria with GPS Data and Kinematic Model // GNSS Processing and Analysis: The First Paper of the FIG Congress 2011. – Morocco, 18–22 May 2011.
4. Rizos Chris. Principles and practice of GPS surveying. – Sydney: The Univeristy of New South Wales, 1997.
5. Хайдуков Д. С. Применение кластерного анализа в государственном управлении // Философия математики: актуальные проблемы. – М.: МАКС Пресс, 2009.
6. David Arthur, Sergei Vassilvitskii, How Slow is the k-Means Method? // Proceedings of the twenty-second annual symposium on Computational geometry. – New York, 2006. – С. 144–153.

7. Stuart P. Lloyd. Least squares quantization in PCM. // IEEE Transactions on Information Theory. – 1982. – Vol. 28. – P. 129–137.
8. Пашинцев В.П., Солчатов М.Э., Гахов Р.П. Влияние ионосферы на характеристики космических систем передачи информации: монография // М.: Физматлит, 2006. – 184 с.
9. Демьянов В.В., Ясюкевич Ю.В., Дзин Ш. Контроль текущих условий распространения сигналов навигационных спутников // Солнечно-земная физика. – № 22 (2013). – С. 35–40.
10. Афраймович Э.Л., Перевалова Н.П. GPS-мониторинг верхней атмосферы Земли // Иркутск: ГУ НЦ ВСНЦ СО РАМН, 2006. – 480 С.
11. Дэвис К. Радиоволны в ионосфере. – М.: Мир, 1973. – 504 с.
12. Чипига А. Ф. , Колков Д. А. Анализ методов случайного поиска глобальных экстремумов многомерных функций. // Фундаментальные исследования. – 2006. – № 2. – С. 7.
13. Чипига А. Ф., Шевченко В. А., Сенокосова А. В., Дагаев Э. Х. Математическая модель трансionoсферного канала с учетом поглощения и многолучевости принимаемого сигнала // Вестник Северо-Кавказского федерального университета. – 2011. – № 1. – С. 32–40.

УДК 519.688

Червяков Н.И. [Chervyakov N.I.],
Лифанова Е.И. [Lifanova E. I.]

ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ТЕКСТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ АНАЛИЗА ТОНАЛЬНОСТИ ТЕКСТА ПОСРЕДСТВОМ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ. РЕАЛИЗАЦИЯ ЧАСТНОГО СЛОВАРНОГО МЕТОДА

**Presentation of the text information
for the analysis of text tonality by artificial
neural network. The implementation
of private dictionary method**

Для обучения искусственной нейронной сети для анализа текста необходимо подать ей на вход данные, имеющие числовое выражение. В статье предложен метод выделения и получения числовых характеристик текста в рамках оценки тональности. Полученные характеристики формируют вектор, который может быть передан алгоритму машинного обучения, для проведения классификации текстов и определения тональности. Статья содержит готовый вербальный алгоритм для реализации посредством высокоуровневых языков программирования. Данный материал является подготовительным этапом при построении искусственной нейронной сети, на котором решается вопрос о представлении и нормализации данных.

Ключевые слова: анализ тональности, компьютерная лингвистика, вес текста, оценочное слово, словарный метод

To train the artificial neural network to analyze the text, you should submit input data in a numeric expression. This paper proposes a method for isolating and obtaining numerical characteristics of the text for tonality evaluation. The resulting characteristics in vector form can be transmitted to machine learning algorithm, for determining the classification of texts and tonality. This article contains a ready verbal algorithm for implementation on high-level programming languages. This material is a preparatory stage in the construction of an artificial neural network, which addressed the issue of representation and normalization of data.

Key words: tonality analysis, computational linguistics, text weight, estimated word vocabulary method.

Искусственные нейронные сети один из самых эффективных, а поэтому и популярных инструментов при решении задач компьютерной лингвистики. За счет возможности обучаться, своей способности производить классификацию и прочих преимуществ искусственные нейронные сети используются при обработке ес-

тественного языка. Однако встаёт вопрос о представлении данных и их нормализации в рамках подобных задач. Действительно, любая классификация проводится на основе определенных признаков. Для классификации текстовой информации (как одной из форм представления естественного языка) требуется определить набор признаков, которые должны иметь численное представление, чтобы была возможность применять математические методы и расчеты. Выбор необходимых признаков определен постановкой задачи. Рассмотрим одно из направлений компьютерной лингвистики – анализ тональности текста или определение эмоциональной окрашенности текста.

Среди методов, используемых в анализе тональности текстов, классификацию проводят в зависимости от способов реализации методов. Выделяется несколько классов методов для выявления в тексте эмоционально-окрашенной лексики и эмоциональных оценок автора: методы, в основе которых лежит использование правил и словарей; методы, в рамках которых текст изображается в виде графа, где каждому слову присваивается вес; методы векторного анализа, подразумевающие сравнение с заранее размеченным эталонным корпусом. [1] Каждый из методов имеет свои преимущества и недостатки, поэтому имеет место гибридный метод, который заключается в совместном применении классификаторов, основанных на вышеперечисленных методах. Использование методов допускает возникновение различных ошибок. [2]

Ошибки при определении тональности делятся на несколько классов. Один из которых составляют ошибки при составлении тональных словарей, вызванных их неполнотой и тональной омонимией. Поэтому составление словаря является важной и основополагающей компонентой при проведении анализа текста. Составление тональных словарей очень трудоемкий процесс, так как значение слов зависит от контекста и сферы употребления. Поэтому необходимо привязывать тональные словари к предметной области. Как правило, составлением словарей должны заниматься специалисты предметной области, в рамках которой проходит анализ [3].

В предложенном методе предполагается работа с тональным словарём, представленным в виде нескольких столбцов: слово непосредственно и его числовая характеристика, отражающая значение слова относительно рассматриваемой предметной области. Данную характеристику назовём авторитетом слова и предоставим экспертам возможность на основании объективных знаний, назначить каждому слову авторитет. Полагаем, что значение авторитета принадлежит множеству целых чисел. Итак, тональный словарь представляет собой столбец слов для сравнения и столбец соответствующих им Авторитетов (в дальнейшем могут быть введены дополнительные характеристики), помимо тонального словаря ключевой словарь включает двумерный список слов-модификаторов и соответствующих им коэффициентов, а также при необходимости списки специальных пунктуационных и прочих символов, в зависимости от предметной области. Слова-модификаторы – это слова, которые сами по себе имеют нулевой авторитет, но усиливают либо уменьшают значение последующего слова, либо полностью его отрицают. Данный кортеж слов-модификаторов является более общим для предметных областей, но первоначально также создается экспертами. Для слов-модификаторов во второй столбец вносятся коэффициенты, в интервале $(-1,1)$, отражающие степень усиления или уменьшения значимости слова.

Если рассматривать не только использование слов, но и специальных символов, которые также могут свидетельствовать об эмоциональной окрашенности текста, то для них создаётся отдельное множество знаков –модификаторов и назначаются значения коэффициентов. Например, символ «(» – открывающаяся скоб-

ка, в молодёжном слэнге обозначает анти-улыбку, или последовательное использование восклицательных знаков. Также, рассматривая тексты в социальных сетях с целью анализа их эмоциональной окрашенности, нельзя игнорировать использование в текстах специальных символов – «смайлов», которые в коде страницы записаны в специальных хэштэгах. Авторитет текста также зависит от наличия в тексте таких символов, для этого считается необходимым ввести множество символов-модификаторов, где каждому присваивается коэффициент, изменяющий авторитет текста на определенную величину.

С точки зрения реализации алгоритма, формирование словаря в программе может происходить несколькими вариантами: а) через файл, в этом случае пользователь выбирает предметную область и пользуется готовыми словарями из специально подготовленных файлов, б) либо через консоль, тогда пользователь вручную вводит слова и соответствующие им показатели.

Идея метода состоит в том, что исследуемую фразу «слово1, слово2, слово3,..., слово n» можно представить в виде вектора $V[v_1, v_2, v_{2,...}, v_n]$. Где V – условный параметр каждого слова, в качестве которого может выступать одна из характеристик:

- авторитет слова;
- степень принадлежности слова к предметной области;
- частота употребления слова в тексте.

Если авторитет слова и степень принадлежности – это постоянные для каждого слова величины, первая из которых установлена экспертами и зафиксирована в тональном словаре, а вторая рассчитывается для каждого оценочного слова на основе тестовых выборок, и также может быть помещена в тональный словарь в качестве третьего столбца, то оставшаяся величина является расчетной и определяется для каждого рассматриваемого слова.

Степень принадлежности слова к предметной области определяется как отношение между числом употребления данного слова в текстах из исследуемой предметной области и числом употребления данного слова в текстах, не относящихся к данной предметной области.

$$g = \alpha / \beta, \quad (1)$$

где α – число употребления в текстах исследуемой области,
 β – число употребления в текстах других областей.

Частота употребления слова в тексте рассчитывается путём перебора слов в тексте, посредством включения счетчика. При этом процедура, осуществляющая подсчет должна предусматривать возможность употребления слова в тексте с различными окончаниями, возможно приставками, как в единственном, так и во множественном числе.

Имеем, что у каждого слова существует как минимум три параметра, которые в совокупности характеризуют слова с точки зрения изучаемого вопроса. Разумно объединить эти параметры в одну общую характеристику, которую, как принято в установке эмоциональной окрашенности текста называют весом слова [2]. В данном методе вес слова рассчитывается по формуле:

$$q = a * b * g \quad (2)$$

где a – авторитет слова,
 b – частота употребления слова в тексте,
 g – степень принадлежности слова к оценочному классу.

Применяя данную формулу и учитывая особенности текстовой информации, сформулируем и опишем алгоритм представленного метода.

1. Рассчитать n – кол-во слов в тексте.
2. Определить принадлежность каждого слова w_n к ключевому множеству – коллекция слов тонального словаря. Для этого каждую единицу необходимо изымать из текста.
3. Сформировать вектор $A[a_1, a_2, a_3, \dots, a_n]$ (одномерный массив) из авторитетов слов и вектор $G[g_1, g_2, g_3, \dots, g_n]$ (одномерный массив) из показателей степени значимости слов.
4. Рассчитать величину b_n – частоту употребления слова в тексте, результаты данных расчетов сформируют вектор $B[b_1, b_2, b_3, \dots, b_n]$.
5. Полученные данные позволяют перейти к основным расчетам и непосредственно определению веса каждого слова в тексте:

Пусть w_n – единица (слово/специальный символ) из текста T_R , принадлежащего множеству текстов T из тестовой выборки,
 n – размерность текста;
 Y_m – множество ключевых слов размерностью m , S_u – множество слов-модификаторов размерностью u , соответственно,
 где k_u – коэффициент слова-модификатора.

Пока i изменяется от 1 до n , производим следующее сравнение, и зависящий от результата данного сравнения расчёт:

- если w_i принадлежит множеству Y и w_{i-1} принадлежит S_u , то вес слова исчисляется по формуле:

$$q_i = (k_i * a_i) * b_i * g_i \quad (3)$$

- если w_i принадлежит множеству Y , то вес слова рассчитывается по формуле (2);

Иначе:

$$q_i = 0 \quad (4)$$

6. На выходе имеем вектор $Q(q_1, q_2, \dots, q_n)$, который может быть передан алгоритму машинного обучения, чтобы произвести классификацию текстов и определить тональность.
7. Полученные параметры позволяют произвести расчеты следующих глобальных характеристик текста, таких как:
 X – средняя степеней принадлежности текста к иско-
мому классу;
 Z – средний вес текста.

Если на основании тестовых выборок установить $P^x [p_1, p_2]$ и $P^Z [p_1, p_2]$ – пороговые значения для данных параметров и представить их в виде точек на числовой оси, то можно делать предварительный прогноз о принадлежности текста к одному из уровней классификации (степеней эмоциональной оценки, например). Для этого необходимо оценить, попадает ли рассчитанная величина в интервал (p_1, p_2) .

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ
СПИСОК**

1. Клековкина М.В., Котельников Е.В., Метод автоматической классификации текстов по тональности, основанный на словаре эмоциональной лексики // Труды 14-й Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции» — RCDL-2012, Переславль-Залесский, Россия, 15-18 октября 2012 г.
2. Котельников Е. В., Клековкина М. В. Автоматический анализ тональности текстов на основе методов машинного обучения // Компьютерная лингвистика и интеллектуальные технологии: по материалам ежегодной международной конференции «Диалог». Вып. 11 (18). – М.: Изд-во РГГУ, 2012
3. Филиппова Е. Информационно-образовательный портал, посвященный вопросам анализа и обработки данных – 2014 // URL: <http://datareview.info/article/analiz-tonalnosti-teksta-kontseptsiya-metodyi-oblasti-primeneniya/> (дата обращения: 15.01.2016).

УДК 911.3

Белозеров В.С. [Belozerov V.S.],
Чихичин В.В. [Chihichin V.V.],
Глущенко И.В. [Gluschenko I.V.]

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭТНИЧЕСКИХ МИГРАЦИЙ НА СЕВЕРНОМ КАВКАЗЕ*

Regional peculiarities of ethnic migrations in the North Caucasus

В статье проанализированы тенденции миграционных процессов и, в первую очередь, их этнические аспекты на Северном Кавказе на уровне зон и регионов. Отдельно приводятся результаты исследования по равнинной зоне Северного Кавказа, которая включает Краснодарский и Ставропольский края, Ростовскую область, и по горной территории, включающей северокавказские республики. Исследование общего миграционного потока на Северном Кавказе и международной миграции в районе изучались за период с 1997 по 2007 год. Детальное исследование этнической структуры миграционного прироста проводилось за период с 2001 по 2007 годы. Выявлена этническая структура миграционного прироста в ходе международной миграции, также в рамках равнинной и горной зон. Анализ характера этнических миграций на региональном уровне более детально представлен на примере Ставропольского края.

Ключевые слова: миграционные процессы, этнические миграции, Северный Кавказ, Ставропольский край.

The article analyses the trends of migration processes and, primarily, their ethnic aspect, in the North Caucasus at the level of zones and regions. Separately the results of studies on the plains of the North Caucasus, which includes the Krasnodar and Stavropol edges and the Rostov region, and in mountainous areas — North Caucasian Republic. The study of the General migration flow in the Northern Caucasus and international migration in the area studied during the period from 1997 to 2007. A detailed study of the ethnic structure of migration inflow was conducted for the period from 2001 to 2007. The ethnic structure of migration inflow in the course of international migration, also within plain and mountain zones. The analysis of ethnic migration at the regional level, more detail is given on the example of Stavropol territory.

Key words: migration, ethnic migration, the Northern Caucasus, Stavropol region.

Миграционные процессы в России — одна из наиболее актуальных тем исследования в социальной географии, начиная с конца 1980-х годов. В конце этого десятилетия и на протяжении всего постсоветского периода миграции играют важную роль в трансформации российского социума, хотя однозначно их вклад оценить трудно.

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проект № 16-06-00179 А.

С одной стороны, миграция позитивно повлияла на демографическую ситуацию, снизив темпы сокращения численности населения и компенсировав почти половину естественной убыли населения в России, в настоящее время является (и сохранится в перспективе) важнейшим источником пополнения трудовых ресурсов, несмотря на повышение рождаемости. Но дети, которые выйдут на рынок труда в ближайшие два десятилетия, уже родились, и поколение их малочисленно [11].

С другой стороны, отдельные аспекты миграционных процессов в обществе воспринимаются негативно. Один из таких аспектов – этнические миграции, усиливающие многонациональность территории вселения. В общем миграционном приросте России всегда доминировали русские, так как их выезд из стран постсоветского пространства носил массовый репатриационный характер, но доли титульных этносов стран ближнего зарубежья в нем постепенно повышались. В межрегиональном российском миграционном потоке также значительна этническая составляющая. Представители народов с активным демографическим поведением (в основном, тюркские и северокавказские) занимают пространственные и трудовые ниши, образовавшиеся в результате естественной убыли русских. В связи с этим этнический состав некоторых локальных территорий (муниципальных районов, сельских поселений, реже – городов) за постсоветский период изменился кардинально, что нередко приводит к напряжению межэтнических отношений.

На Северном Кавказе¹ негативные тенденции миграционных процессов достигли высокой концентрации. Это обусловлено большой численностью этнических мигрантов и территориальными диспропорциями в социально-экономическом развитии самого Северного Кавказа. По характеру миграционных процессов на его территории выделяется две контрастные зоны: первая – относительно успешные равнинные регионы (Краснодарский и Ставропольский края, Ростовская область), принимающие значительный полиэтнический миграционный поток; вторая – кризисная и в экономическом, и в социальном плане – республиканская², отдаю-

щая мигрантов, представленных как русскими, так и другими этносами, в том числе и титульными народами республик района.

Таким образом, Северный Кавказ по характеру динамики этнической структуры его населения, а отсюда по возможности возникновения межнациональных противоречий, — очень неустойчивая территория. Управленческие мероприятия по предотвращению негативных последствий этого должны быть подкреплены научными исследованиями. В данной статье проанализированы тенденции миграционных процессов и, в первую очередь, их этнические аспекты, на Северном Кавказе на уровне зон и регионов. Анализ характера этнических миграций на региональном уровне более детально дан на примере Ставропольского края.

История вопроса и методика исследования

Российскими учеными исследуются пространственно-временные аспекты этнических миграций, проблемы адаптации и интеграции мигрантов и т.п. Анализируются их общероссийские тенденции (Ж.А. Зайончковская [9], С.В. Голунов [8], Н.В. Мкртчян [12], В.Н. Петров [16], А.В. Топилин [26], Рыбаковский Л.Л. [27] и др.), ситуация в отдельных регионах: в Москве (В.И. Мукомель [14], О.И. Вендина [7], Т.Н. Юндина [32]), Сибири (Т.Б. Смирнова [24]), в российско-казахстанском приграничье (Белозеров В.С. и др. [4]), в Пензенской области

- 1 Под Северным Кавказом мы понимаем территорию в границах Северо-Кавказского экономического района (Ростовская область, Краснодарский и Ставропольский края, республики Адыгея, Карачаево-Черкесия, Кабардино-Балкария, Северная Осетия, Ингушетия, Чечня, Дагестан).
- 2 В Рейтинге социально-экономического положения субъектов РФ (итоги 2014 года), составленном агентством РИАрейтинг, Дагестан занимает 55-е место, Чечня — 74-е, Кабардино-Балкария — 76-е, Северная Осетия — 77-е, Карачаево-Черкесия — 78-е, Ингушетия — 79-е. [Электронный ресурс] — http://vid1.rian.ru/ig/ratings/rating_regions_2015.pdf.

(Г.Я. Пядухов [18]) и др.). Изучаются особенности адаптации и интеграции этнических мигрантов в принимающие сообщества (В.И. Мукомель [15], С.В. Рязанцев [21], М.С. Своскул [22], Н.А. Щитова, В.С. Белозеров, И.А. Соловьев [29] и др.).

Выполнен ряд исследований миграционных процессов и их этнических аспектов на Северном Кавказе (В.С. Белозеров [5], А.Д. Бадов [1], И.А. Соловьев [25]), в отдельных его регионах: Ставропольском крае (В.С. Белозеров [3, 6], С.В. Рязанцев [20], Н.А. Щитова [31]), Краснодарском крае (В.Н. Петров [17]), Ростовской области (Л.Л. Хоперская [28]), Дагестане (Х.С. Мудуев [13], М.Я. Яхьяев [33]) и др.

Основные методы нашего исследования —

- 1) статистический, а именно расчет и анализ сальдо миграции и этнической структуры миграционного прироста;
- 2) картографический, который дает возможность показать территориальные особенности общих миграционных процессов на Северном Кавказе и их этнические аспекты.

Источниками статистических данных являлись: Ежегодные демографические доклады³ за весь постсоветский период, материалы Росстата, содержащие сведения об этнической структуре миграционных потоков в регионах. Этническая статистика на 1989 и 2010 гг. по регионам получена из результатов Всесоюзной [34] и Всероссийской [35] переписей населения.

Исследование общего миграционного потока на Северном Кавказе и международной миграции в районе изучались за период с 1997 по 2007 год. Детальное исследование этнической структуры миграционного прироста на Северном Кавказе и в его регионах проводилось за период с 2001

3 Частично они доступны на сайте Демоскоп Weekly [Электронный ресурс] — <http://demoscope.ru>.

по 2007 годы. В качестве последнего 2007 год выбран в связи с тем, что именно в этом году в России завершился учет этнической миграционной статистики.

Региональные особенности внутренних миграционных процессов на Северном Кавказе

На миграционной карте Северного Кавказа сегодня, как в XIX и XX в., четко выделяются две зоны, характеризующиеся во многом прямо противоположными миграционными процессами — горная (республиканская) и равнинная. Они отличаются по величине сальдо миграции, демографической, этнической, территориальной структуре миграционных потоков, по характеру этнодемографических процессов. В последние 20 лет, в отличие от предшествующих периодов, вектор перемещения населения в основном направлен из первой зоны во вторую. Почти все предыдущее время, начиная с конца XVIII века, миграционные потоки перемещались из равнинных территорий в горные. Русские с самого начала активного освоения Северного Кавказа обеспечивали включение горских народов в российскую экономику и социокультурную сферу.

На современном этапе северокавказские народы, отличаясь высокими темпами прироста демографического потенциала, активно «настают» на равнинные регионы Северного Кавказа, что проявляется не только в расширении географии их расселения, но и активном участии в урбанизационных процессах и хозяйственной деятельности [5]. За период с 1994 по 2014 гг. общий миграционный прирост на Северном Кавказе составил 874 тыс. чел. (в России — 5,4 млн чел.). При этом в регионах равнинной его части сальдо миграции составило 1,1 млн чел., республиканская зона потеряла 225 тыс. чел. Анализ миграционной ситуации в районе по более дробным периодам подтверждает эту тенденцию. В 1997 году миграционный прирост в районе составил 59 тыс. чел., из них 77 % обеспечивалось за счет стран ближнего зарубежья и 23 % в ходе межрегионального обмена. Положительный миграционный

прирост отмечался только в регионах равнинной зоны (59 тыс. чел.), республики, за исключением Ингушетии и Адыгеи, теряли население (4 тыс. чел.). В начале XXI века (в 2001 г.) миграционный прирост на Северном Кавказе составил 13,5 тыс. чел., при этом в регионах равнинной части — 20,6 тыс. чел., в горной зоне отрицательное сальдо миграции составило 7,1 тыс. чел. В 2007 г. миграционная ситуация на Северном Кавказе несколько изменилась: сальдо миграции увеличилось до 37,2 тыс. чел., положительный миграционный прирост сохранился не только в регионах равнинной зоны (44,6 тыс. чел.), но отмечается в Адыгее и Ингушетии. В горной зоне по-прежнему сохранилось отрицательное сальдо миграции.

Равнинная зона,

включающая Краснодарский и Ставропольский края и Ростовскую область, характеризуется устойчивым миграционным приростом (исключение составляет в отдельные годы Ростовская область), формирующимся как выходцами из зарубежных стран (в основном из Азербайджана, Армении, Грузии, Украины), так и из российских регионов (республик Северного Кавказа, северных и сибирских территорий). Наиболее устойчивый миграционный прирост сложился в Краснодарском крае, на территории которого концентрировалось до 90 % общего миграционного прироста равнинной зоны Северного Кавказа и в Ставропольском крае — 10 %.

В демографическом отношении для равнинной зоны характерен длительный период депопуляции, который постепенно сменяется низким естественным приростом. Но благодаря активным миграциям обеспечивались общий рост численности населения Краснодарского и Ставропольского краев (на 15,5 % и 14,6 % за последние четверть века) и его поддержание в Ростовской области. При этом механический прирост усиливает полиэтничность населения. И здесь полиэтнизация характерна как для сельской, так и для городской местности. На этом этапе в урбанизационные процессы активно включаются северокавказские народы.

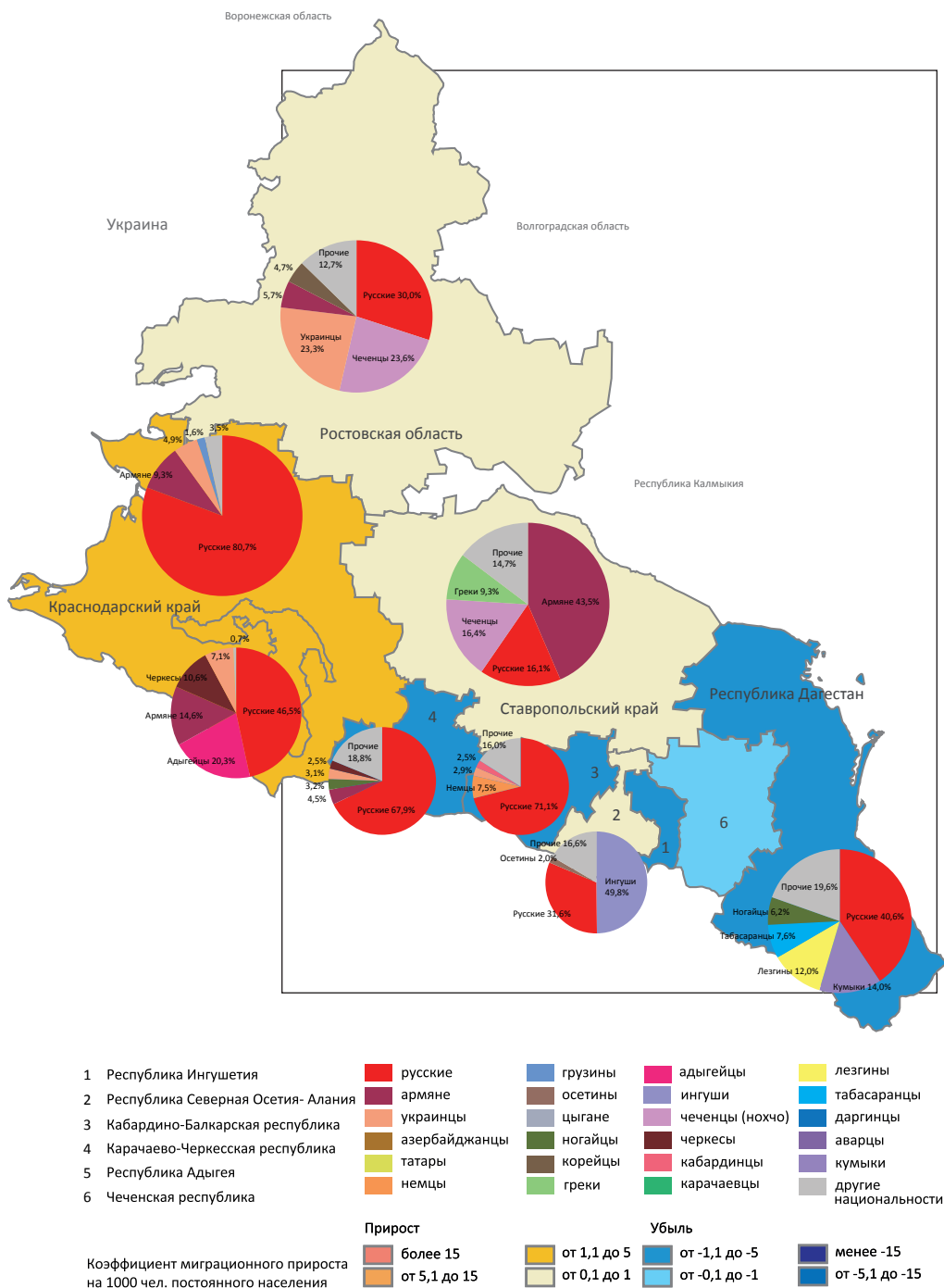


Рис. 1. Этническая структура миграционного прироста на Северном Кавказе, 2001 г.

В равнинной части Северного Кавказа в 2001 г. основная часть миграционного прироста пришлась на Краснодарский край (88 %), на Ростовскую область и Ставропольский край – по 6 %. В этническом плане он формировался на 80 % за счет русских, на 13 % – за счет армян, на 6 % – за счет украинцев. Почти 4 % мигрантов составляли титульные этносы северокавказских республик, 1,5 % – греки. Отрицательное сальдо миграции отмечалось у немцев, евреев и даргинцев.

В 2007 г. миграционный прирост в районе составил 44,6 тыс. чел. или почти пятую часть общероссийского миграционного прироста. В этническом отношении он претерпел изменения, как и в России в целом. В частности, снизилась доля русских – до 75 % и увеличилась доля армян – до 19 %. По-прежнему основным центром притяжения мигрантов оставались Краснодарский (72 %) и Ставропольский (26,5 %) края.

В горной зоне

при общем отрицательном сальдо миграции международная миграция со странами ближнего зарубежья происходит с положительным сальдо миграции. На протяжении постсоветского времени отмечается миграционный отток за исключением Адыгеи и Ингушетии в отдельные годы. При этом для большинства регионов этой зоны характерно расширенное воспроизводство населения. Поэтому даже в условиях устойчивого отрицательного сальдо миграции, численность жителей, например, Дагестана увеличилась с 1989 г. на 60 %, Чечни – на 15 %, Ингушетии – на 135 %. Устойчивый прирост демографического потенциала и слабо развитый рынок труда вызывают массовую безработицу среди молодежи (особенно в Ингушетии) и активный отток населения. Миграционные процессы оказывают заметное влияние на этническую структуру населения северокавказских республик, в первую очередь за счет исхода русских, оттока евреев, немцев, армян и др.

Так в 1989 г. удельный вес русских в Дагестане составлял 9 %, в 2010 г. – 3,5 %, в Чечне – 25 % и 2 %, в Ингушетии – 13 % и 1 %, в Северной Осетии – 30 % и 21 %, в Кабардино-Балкарии – 32 % и 23 %, в

Карачаево-Черкесии – 42 % и 32 %. Удельный вес армян, проживающих в республиках, от их общей численности в России, сократился с 19,9 % в 1959 г. до 7,4 % в 2010 г. [2].

В 2001 г. в регионах республиканской зоны при общем миграционном оттоке значительная часть его приходится на народы Дагестана (лезгины, табасараны, рутульцы, ногайцы), а также ингушей и др. По-прежнему, среди покидающих республики велика доля русских – 66 %, украинцев, немцев и других этносов. Положительное сальдо миграции отмечается у осетин (45 % миграционного прироста), чеченцев (25 %), даргинцев, азербайджанцев, адыгейцев.

В 2007 г. горная зона в результате миграционного обмена потеряла 7,4 тыс. чел. Исключение составляли Ингушетия (миграционный прирост – 1,2 тыс. чел.) и Адыгея (0,2 тыс. чел.). Отрицательное сальдо миграции на 69 % формируется за счет русских, на 13 % – за счет народов Дагестана (ногайцев, даргинцев, рутульцев, табасаран и др.), на 3 % – за счет армян, почти по 1,5 % – за счет карачаевцев и кабардинцев. То есть отрицательное сальдо миграции складывается не только у русских, армян, но и у ряда титульных этносов. Положительный миграционный прирост отмечается у чеченцев, аварцев, адыгейцев.

Этническая структура миграционного оттока в 2007 г. в каждой из республик имела особенности. В Дагестане при общем миграционном оттоке положительное сальдо отмечается у даргинцев и кумыков. В практически многоэтнической Чечне миграционный отток на 45 % состоял из русских, на 40 % – из ингушей. В Ингушетии положительное сальдо миграции почти на 100 % обеспечивалось за счет ингушей, а для русских, чеченцев и осетин характерен отрицательный миграционный прирост. Кабардино-Балкария в ходе миграции теряла как русских, так и кабардинцев, Карачаево-Черкесия – русских, черкесов, ногайцев, армян. В Адыгее положительный миграционный прирост формировался за счет русских (60 %), армян (30 %), адыгейцев (8 %).

В начале постсоветского времени основными факторами, определяющими масштабы, характер миграционных процессов и территориальное

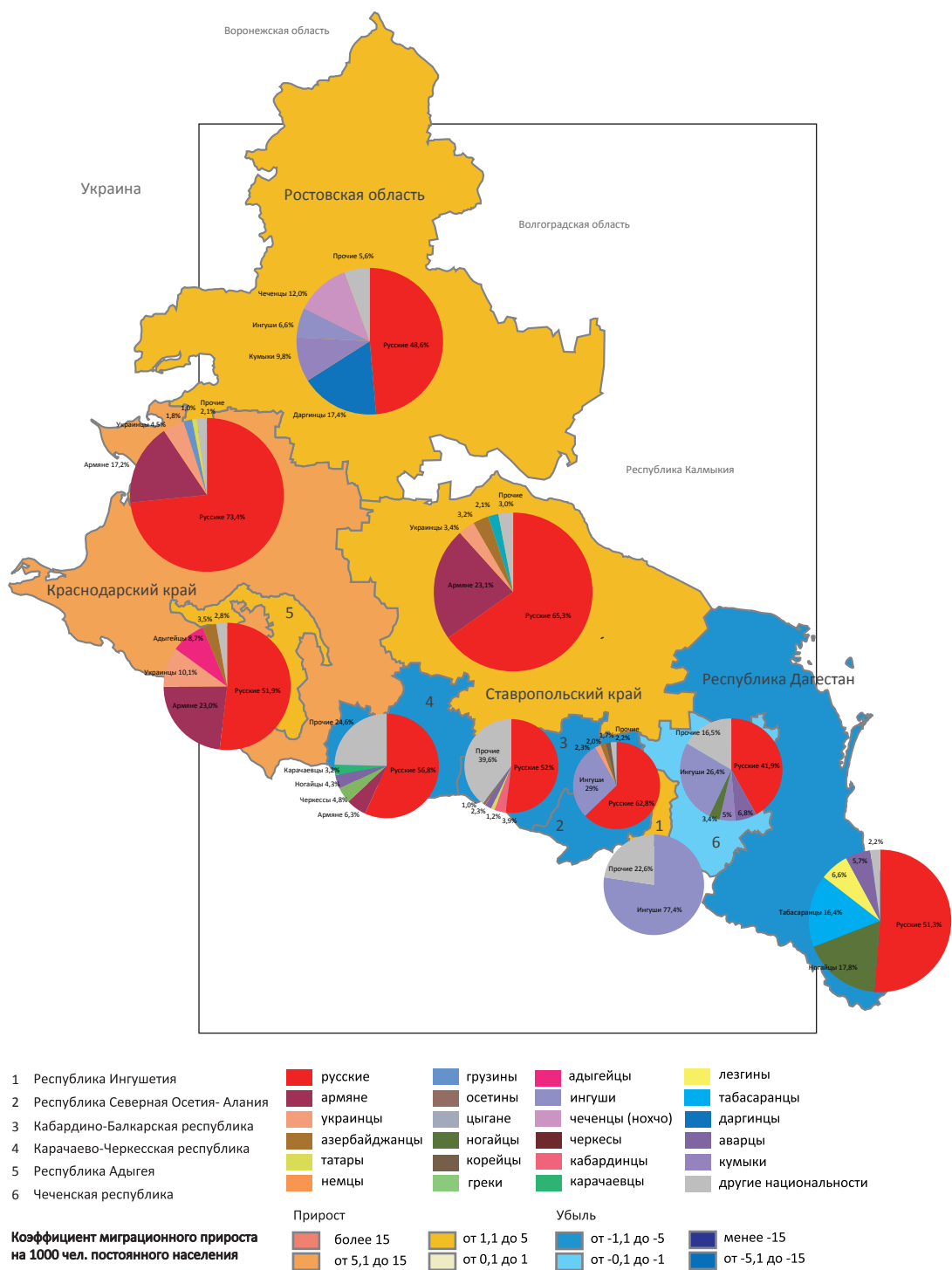


Рис. 2. Этническая структура миграционного прироста на Северном Кавказе 2007 г.

перераспределение миграционного прироста на Северном Кавказе, были политические процессы, социально-экономический кризис. В настоящее время таковым является в основном уровень социально-экономического развития в сочетании с демографическими «излишками» в горной части и естественной убылью – в равнинной.

Республиканская зона Северного Кавказа характеризуется стабильно низким уровнем социально-экономического развития при неэффективно используемом высоком потенциале. К сожалению, эта давняя, болезненная проблема пока не находит должного решения. Северокавказские республики, за исключением Дагестана, по ряду показателей, – российские аутсайдеры [30].

Неконкурентоспособная промышленность северокавказских республик пережила сильнейший спад в 1990-е годы. Бывшие крупные предприятия тяжелой промышленности либо закрыты, либо с трудом выживают, резко сократив объемы производства. Более устойчиво развиваются пищевые предприятия, работающие частично на местном сырье. В основном это средний и малый бизнес [23]. Все эти регионы имеют сельскохозяйственную специализацию, а аграрный сектор по-прежнему не является значимым источником улучшения социально-экономического положения. Агропромышленные субъекты РФ имеют и самые низкие объемы инвестиций [19].

Как отмечалось выше, для республик Северного Кавказа характерна весьма напряженная ситуация на рынке труда. В настоящее время в экономически слабо развитых северокавказских республиках с самой благополучной демографической ситуацией постоянно растет приток молодежи на рынок труда, а новых легальных рабочих мест создается мало из-за многочисленных инс-

титутциональных и прочих барьеров [10]. Из-за быстро увеличивающейся численности населения доходы на душу населения не могут заметно увеличиться, несмотря на активизацию экономики. Высокие рождаемость и продолжительность жизни увеличивают иждивенческую нагрузку на экономически активное население.

В этой ситуации миграции играют заметную саморегулирующую роль для рынков труда республик Северного Кавказа. Высокая миграционная активность их населения, направленная на выезд за пределы своих регионов, недвусмысленно свидетельствует о серьезных трудностях в социально-экономическом развитии.

Этническая структура миграционного прироста на Северном Кавказе в ходе международной миграции

В целом на Северном Кавказе за период с 1997 по 2007 годы миграционный прирост за счет стран ближнего зарубежья составил 250 тыс. чел. В этническом отношении сальдо миграции состоит наполовину из русских (53 %) и на четверть из титульных этносов стран Южного Кавказа.

Основная часть миграционного прироста (80 %) пришлась на регионы **равнинной зоны**, в котором первую пятерку этносов составляют русские – 53 %, армяне – 20 %, украинцы – 9 %, грузины – 2 %, азербайджанцы – 2 %. Вторую пятерку образуют греки – 1,5 %, корейцы – 1,3 %, немцы – 8 %, татары – 0,7 %, молдаване – 0,5 %. В последние годы активно начали селиться выходцы из Средней Азии.

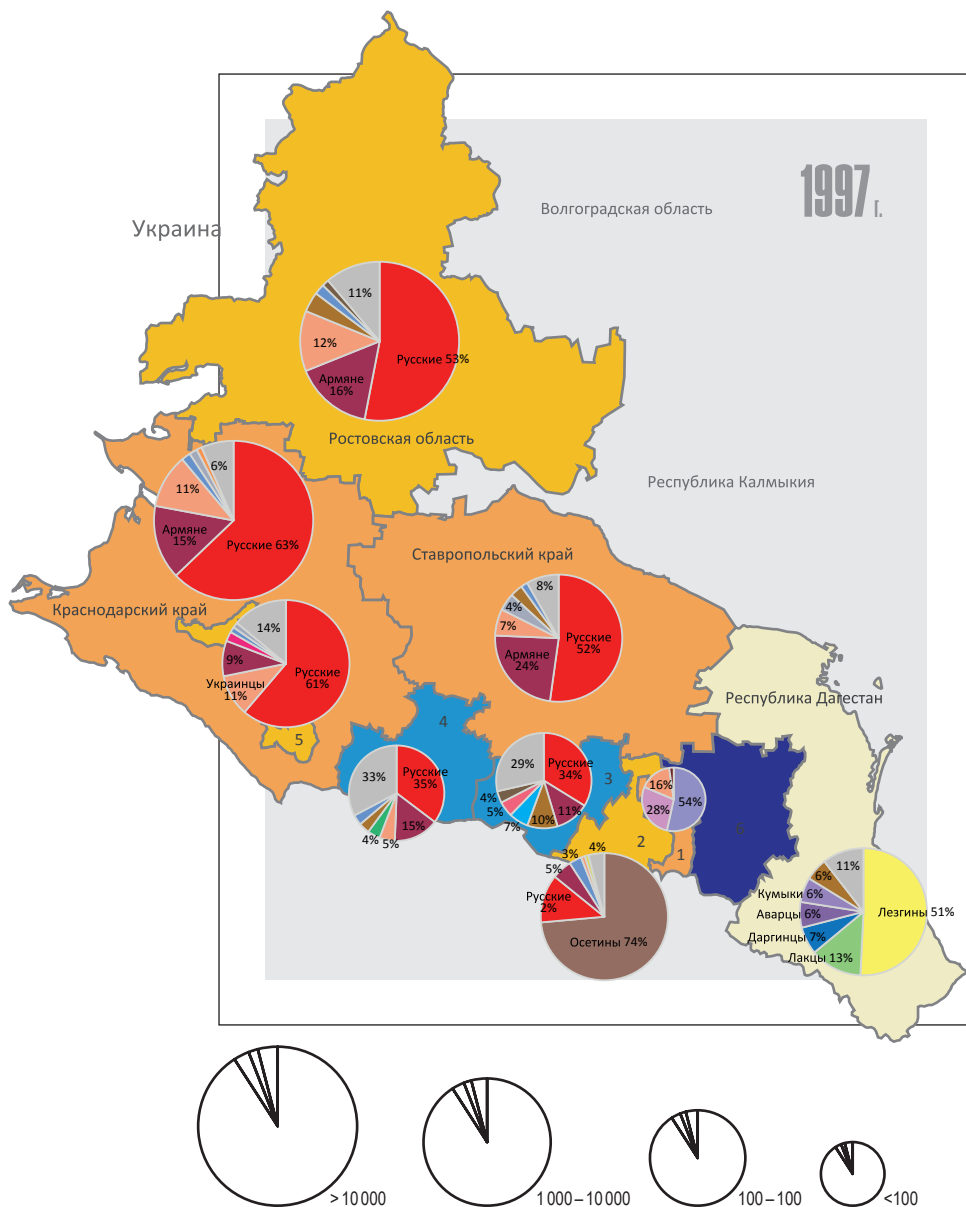
В **горной зоне** международные миграционные связи со странами ближнего зарубежья, в отличие от межрегиональных, обеспечивают положительное сальдо миграции, как в целом, так и в большинстве республик (за исключением Чечни и Ингушетии, а в некоторые годы – и Кабардино-Балкарии). Конечно, абсолютные его показатели не велики и лишь незна-

чительно компенсируют миграционную убыль в горной зоне Северного Кавказа. В этнической структуре миграционного прироста в республиканской зоне в первую пятерку входят осетины – более 60 %, которые из-за вооруженного конфликта вынуждены были покинуть Южную Осетию, – русские (около 15 %), лезгины (8 %), армяне (7 %), азербайджанцы. На их долю приходится 90 % миграционного прироста республиканской зоны. Вторую пятерку этносов образуют украинцы, грузины, даргинцы, аварцы – это 5 % миграционного прироста.

Конечно, миграционный прирост в каждой из республик имеет свои этнические особенности, различается и география расселения представителей различных народов. В частности, почти все осетины мигрировали в Северную Осетию. Абсолютные и относительные показатели миграционного прироста русских в республиках сокращаются с запада на восток: около половины (44 %) русских – международных мигрантов осела в Адыгее, 16 % – в Северной Осетии, 14 % – в Кабардино-Балкарии, 10 % – в Карачаево-Черкесии, 4 % – в Дагестане. Основная часть армян мигрировала в Адыгею (37 %) и Северную Осетию (30 %), а также в Карачаево-Черкесию и Кабардино-Балкарию – по 13 %.

Этнические черты миграционных процессов на Ставрополье

На миграционной карте России Ставропольский край входит в число регионов с миграционным приростом. Устойчивые миграционные потоки на Ставрополье, особенно на протяжении 1990-х годов и в начале XXI века, оказали значительное влияние на демографическую, этническую структуру населения, расселение народов в крае. В настоящее время миграционный прирост в крае сократился и колеблется в пределах 1–3 тыс. чел., современная карта расселения населения меняется в значительной степени под влиянием внутрирегиональных миграционных процессов.



Миграционный прирост, чел.

1. Республика Ингушетия
2. Республика Северная Осетия – Алания.
3. Кабардино-Балкарская Республика.
4. Карачаево-Черкесская Республика.
5. Республика Адыгея.
6. Чеченская Республика.

Коэффициент миграционного прироста на 1 000 чел. постоянного населения

Прирост

-  более 15
 от 5,1 до 15
 от 1,1 до 5
 от 0,1 до 1

Убыль

- | | |
|---|----------------|
|  | от -1,1 до -5 |
|  | от -0,1 до -1 |
|  | менее -15 |
|  | от -5,1 до -15 |

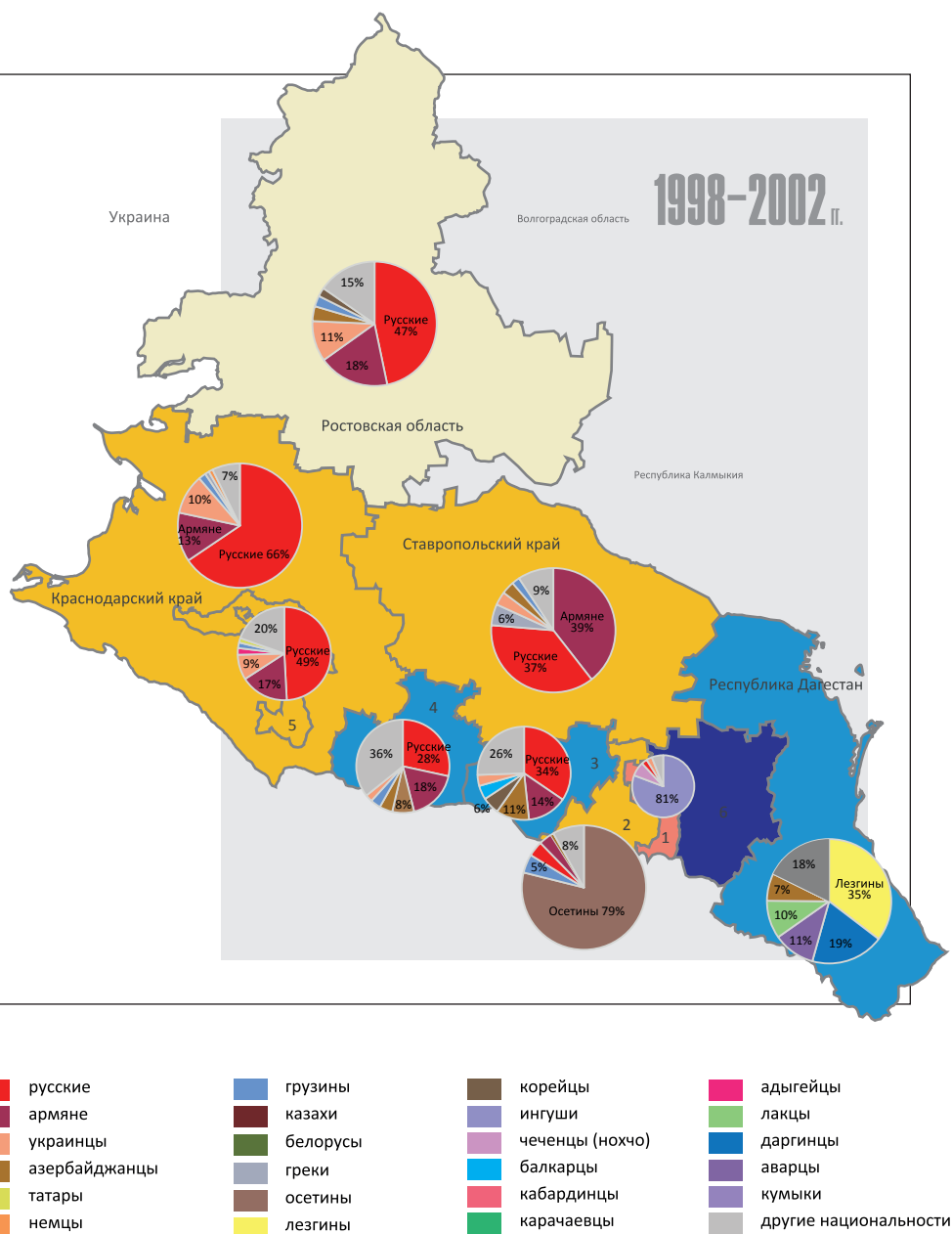


Рис. 3.

Этническая структура миграционного прироста на Северном Кавказе за счет миграции со странами ближнего зарубежья 1997 г., 1998–2002 гг.

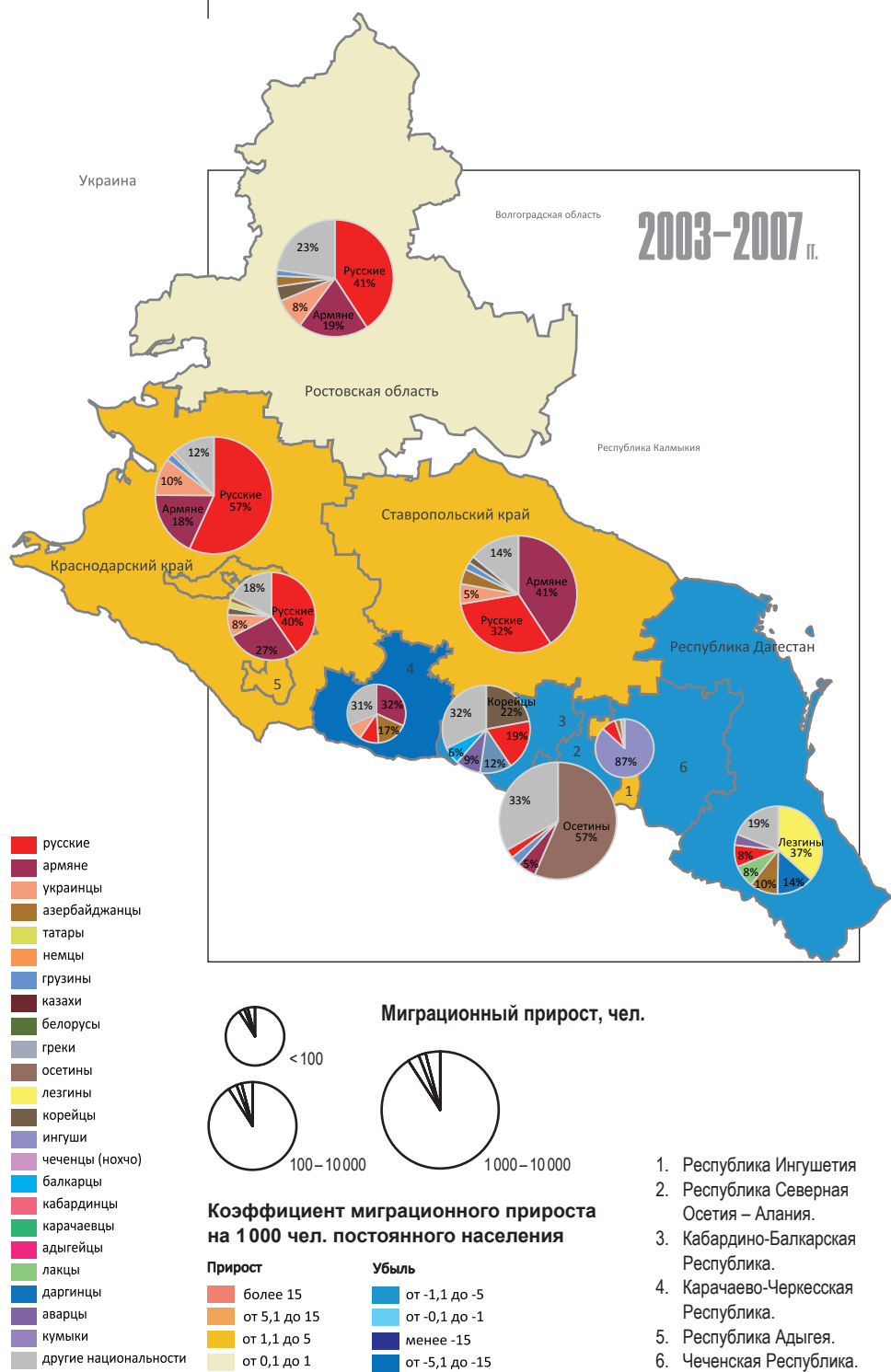


Рис. 4. Этническая структура миграционного прироста на Северном Кавказе за счет миграции со странами ближнего зарубежья в 2003–2007 гг.

Исследование показало, что в начале постсоветского периода до 57 % миграционного прироста в крае обеспечивалось за счет межрайонного миграционного потока. В последующие годы их роль в формировании миграционного прироста менялась и на протяжении длительного периода росла с 53,8 % в 1995 г. до 77,4 % в 2004 г. Начиная со второй половины первого десятилетия XXI в., роль межрайонного миграционного потока в формировании миграционного прироста в крае сокращается и составляет 23,9 % в 2008 г, в последующие годы весь миграционный прирост обеспечивается за счет международной миграции.

Устойчивой чертой межрегиональной миграции в крае на протяжении постсоветского периода является: отрицательное сальдо миграции с мощными центрами притяжения межрегиональных миграционных потоков (Московская область, Москва, Санкт-Петербург, Ленинградская область, соседний Краснодарский край и др.) и положительное сальдо миграции с соседними северокавказскими республиками, особенно с Чеченской Республикой, Карачаево-Черкесией, Дагестаном, а также большинством регионов Поволжья, Сибири, Урала, Дальнего Востока.

В рассматриваемый период меняются не только масштабы международного миграционного потока, но и его география. В 1990-е годы в ходе международной миграции основной миграционный прирост обеспечивался за счет стран Закавказья (до 65 %), Казахстана (15–18 %), стран Средней Азии – 15,5 %. В XXI веке сохраняется роль Закавказья как одного из основных регионов международного миграционного потока в крае, значительно увеличивается доля стран Средней Азии и снижается – Казахстана.

В этнической структуре миграционного потока в крае проявляются как общероссийские черты, так и региональные, точнее кавказские. Характерными чертами этнической структуры миграционного прироста Ставрополя в постсоветский период является интенсивный рост его полиэтничности, который проявляется в снижении в миграционном приросте доли русских и увеличении доли кавказских народов. В структуре миграционного прироста Ставрополя до 2001 г. преобладали русские.

В частности, в 1992 году на их долю приходилось 72,5 %, а в последние годы колеблется от 43 % (2006) до 67 % (2007), то есть проявляется общероссийская тенденция, однако степень выраженности иная. Как показало сравнение миграционных потоков, в середине 1990-х и в начале 2000-х гг. на Ставрополье снижение доли русских в миграционном приросте была выражена сильнее, в середине первого десятилетия XXI века – слабее, чем в России в целом. Доля русских в миграционном приросте в крае превышает общероссийский показатель почти вдвое (2007).

Вторыми по численности в миграционном приросте края являются армяне, удельный вес которых колебался от 11 % (в России — 7,7 %) в 1995 г. до 50 % (в России 7,6 %) в 2000 г., до 38 % в 2002 г. и 22 % в 2007 г. В рассматриваемый период изменяется характер миграционного поведения и ряда других народов, проживающих на Ставрополье. Важной особенностью этнического состава миграционного прироста в крае является миграционная убыль вначале 1990-х гг., а в последующие годы рост доли северокавказских народов — чеченцев, даргинцев (по 2–3 % в 2000–2007 гг.), азербайджанцев (3–4 % в 2000–2007 гг.).

В настоящее время миграционная ситуация на Ставрополье складывается таким образом, что в крае выделяются территории предпочтительного расселения мигрантов разных этносов и ареалы их вселения в той или иной степени совпадают. Эта особенность расселения этнических мигрантов оказывает влияние на изменение этнической структуры населения западных территорий края, способствует началу полиэтнизации в этой части региона. Это требует создания условий для повышения эффективности адаптации мигрантов, гармонизации межэтнических отношений.

Северный Кавказ остается привлекательным в миграционном отношении макрорегионом. Однако в современных социально-экономических условиях и демографической ситуации территориальная дифференциация в распределении миграционного потока усиливается. В равнинной

зоне миграция обеспечивает прирост численности населения и компенсирует естественную убыль, которая была характерна для большей части постсоветского периода. При этом, усиливается роль Краснодарского края как мощного центра притяжения мигрантов. В горной (республиканской) зоне миграция играет важную роль, способствуя снижению напряжения на региональных рынках труда благодаря активному оттоку населения, в первую очередь молодежи. Миграционный прирост на Северном Кавказе формируется за счет международной миграции. Миграционные процессы вызывают изменения этнической структуры населения регионов: в одних повышают полиэтничность, в других усиливают моноэтничность.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бадов А.Д. Особенности миграционных процессов на Северном Кавказе в современный период [Текст] / А.Д. Бадов // Миграционные процессы: проблемы адаптации и интеграции мигрантов: сборник материалов Международной научно-практической конференции / под ред. В.С. Белозерова. — Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2014. — С. 28–30.

2. Белозеров В.С. Геоинформационный мониторинг расселения и миграции армян [Текст] / В.С. Белозеров, А.Н. Панин, А.А. Черкасов // Миграционные процессы: проблемы адаптации и интеграции мигрантов. — Ставрополь, 2014. — С. 280–288.
3. Белозеров В.С. Миграционные процессы на Ставрополье: тенденции и современная ситуация [Текст] / В.С. Белозеров, А.Н. Панин, В.В. Чихичин, Р.А., Приходько // Наука. Инновации. Технологии. — № 4. — 2014. — С. 96–108.
4. Белозеров В.С. Российско-казахстанское пограничье: теория и практика исследования социально-демографических процессов [Текст] / В.С. Белозеров, В.В. Чихичин, А.Н. Панин, И.Ю. Коржов // Региональные исследования. — 2012. — № 3. — С. 117–127.
5. Белозеров В.С. Этническая карта Северного Кавказа [Текст] / В.С. Белозеров. — М., 2005. — 304 с.
6. Белозеров В.С. Этнический атлас Ставропольского края / В.С. Белозеров, А.Н. Панин, Р.А. Приходько, А.А. Черкасов, В.В. Чихичин. — Ставрополь, 2014. — 304 с.
7. Вендина О.И. Мигранты в Москве. Грозит ли российской столице этническая сегрегация? Миграционная ситуация в регионах России. Выпуск третий [Текст] / О.И. Вендина. — М., 2005. — 88 с.
8. Голунов С.В. Этническая миграция в Россию [Текст] / С.В. Голунов // Свободная мысль. — 2007. — № 5. — С. 66–80.
9. Зайончковская Ж.А. Миграция [Текст] / Ж.А. Зайончковская, Н.В. Мкртчян, Е.В. Тюрюканова, Ю.Ф. Флоринская; // Население России 2009: Семнадцатый ежегодный демографический доклад / отв. ред. А. Г. Вишневский; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». — М.: Изд. дом Высшей школы экономики, 2011. — С. 251–294.
10. Зубаревич Н.В. Регионы России: неравенство, кризис, модернизация [Текст] / Н.В. Зубаревич. — М., 2010. — 160 с.
11. Миграция и демографический кризис в России [Текст] / под редакцией Ж.А. Зайончковской, Е.В. Тюрюкановой. — М., 2010. — С. 6.
12. Мкртчян Н.В. Этническая структура миграционных потоков из Центральной Азии в Российское приграничье [Текст] / Н.В. Мкртчян // Россия–Казахстан: фронтьерские миграции: сборник науч. трудов. — М. — Уральск, 2002. С. 52–64.
13. Мудуев Ш.С. Особенности миграционных процессов в Дагестане [Текст] / Ш.С. Мудуев // Проблемы миграции и опыт ее регулирования в полиэтничном Кавказском регионе. — Ставрополь, 2003.
14. Мукомель В.И. Свои «иные»: внутрироссийские иноэтнические мигранты в Московском мегаполисе [Текст] / В.И. Мукомель // Федерализм. — 2015. — № 1 (77). — С. 79–92.

15. Мукомель В.И. Социокультурные аспекты интеграции иноэт-
нических мигрантов в Российской Федерации [Текст] / В.И. Муко-
мель // Управление мегаполисом. — 2008. — № 3. — С. 49–53.
16. Петров В.Н. Этнические миграции в современной России: де-
терминанты и типология [Текст] / В.Н. Петров // Социологиче-
ские исследования. — 2009. — № 10. — С. 48–56.
17. Петров В.Н. Этнические миграции 1990-х – начала XXI в.: об-
щероссийские процессы и их региональные особенности на
Кубани [Текст] / В.Н. Петров // Горные страны: расселение, эт-
нодемографические и геополитические процессы, геоинфор-
мационный мониторинг: материалы Международной конфе-
ренции. — М.; Ставрополь, 2005.
18. Пядухов Г.Я. Этнические группы мигрантов: тенденции притока,
стратегии поведения [Текст] / Г.Я. Пядухов. — Пенза, 2003. —
132 с.
19. Рейтинг социально-экономического положения субъектов РФ.
Итоги 2012 года [Электронный ресурс] — [http://vid1.rian.ru/ig/
ratings/rating_regions_2013.pdf](http://vid1.rian.ru/ig/ratings/rating_regions_2013.pdf).
20. Рязанцев С.В. Этнические мигранты на Ставрополье [Текст] /
С.В. Рязанцев // Социологические исследования. — 2000. —
№ 7. — С. 111–116.
21. Рязанцев С.В. Этническое предпринимательство как форма
адаптации мигрантов [Текст] / С.В. Рязанцев // Общественные
науки и современность. — 2000. — № 5. — С. 73–86.
22. Савоскул М.С. Адаптация этнических мигрантов в регионах
России [Текст] / М.С. Савоскул // Вестник Московского универ-
ситета. Серия 5. География. — 2012. — № 2. — С. 59–64.
23. Северный Кавказ: модернизационный вызов [Текст] / И.В. Ста-
родубровская, Н.В. Зубаревич, Д.В. Соколов, Т.П. Интигринова,
Н.И. Миронова, Х.Г. Магомедов. — М., 2011. — 328 с.
24. Смирнова, Т.Б. Этнические миграции в Сибири по данным
статистики и неформальным наблюдениям [Текст] / Т.Б. Смир-
нова // Вестник Омского университета. — 2015. — № 1 (5). —
С. 71–75.
25. Соловьёв И.А. Адаптация мигрантов на Северном Кавказе
[Текст] / И.А. Соловьёв // Экология урбанизированных террито-
рий. — 2013. — № 4. — С. 177–182.
26. Топилин А.В. Взаимодействие миграционных и этнических про-
цессов [Текст] / А.В. Топилин. — М., 2010. — 170 с.
27. Трансформация миграционных процессов на постсоветском
пространстве [Текст] / под ред. Л.Л. Рыбаковского. — М.,
2008. — 488 с.
28. Хоперская Л.Л. Проблемы этнической миграции в сельских
районах Ростовской области [Текст] / Л.Л. Хоперская // Горные
страны: расселение, этнодемографические и геополитические

- процессы, геоинформационный мониторинг: материалы Международной конференции. — М.; Ставрополь, 2005.
29. Щитова Н.А. Опыт регионального исследования адаптационно-интеграционных стратегий иностранных мигрантов в Ставропольском крае. [Текст] / Н.А. Щитова, В.С. Белозеров, И.А. Соловьев // Региональные исследования. — 2014. — №3. — С. 108–115.
 30. Щитова Н.А. Сравнительный анализ социально-экономического развития регионов Северного Кавказа [Текст] / Н.А. Щитова, В.В. Чихичин // Наука. Инновации. Технологии. — 2014. — №1. — С. 161–174.
 31. Щитова Н.А. Этнические черты миграционных процессов и проблемы адаптации мигрантов на Ставрополье [Текст] / Н.А. Щитова, В.В. Чихичин // Миграционные процессы: проблемы адаптации и интеграции мигрантов: сборник материалов Международной научно-практической конференции / под ред. В.С. Белозерова. — Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2014. — С. 297–304.
 32. Юдина Т.Н. Мигранты из стран Закавказья в Москве: установки на адаптацию и интеграцию [Текст] / Т.Н. Юдина // Миграционные процессы: проблемы адаптации и интеграции: материалы Международной конференции. Ставрополь. — 2015. — С. 266–271.
 33. Яхьяев М.Я. Этническая миграция в Дагестане: причины, тенденции, перспективы [Текст] / М.Я. Яхьяев // Вестник Дагестанского государственного университета. — 2009. — №5. — С. 185–189.
 34. Всесоюзная перепись населения 1989 года [Электронный ресурс] — <http://demoscope.ru/weekly/ssp/census.php?cy=6>.
 35. Всероссийская перепись населения 2010 года [Электронный ресурс] — http://www.gks.ru/free_doc/new_site/perepis2010/croc/perepis_itogi1612.htm.

УДК 624.131.23: 551.89

**Галай Б. Ф. [Galay B. F.],
Сербин В. В. [Serbin V. V.],
Плахтыкова В. С. [Plakhtyukova V. S.],
Галай О. Б. [Galay O. B.]**

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОКРОВНЫХ СУГЛИНКОВ Г. СТАВРОПОЛЯ

Genetic analysis covering loams of Stavropol

На территории г. Ставрополя покровные суглинки имеют широкое, почти повсеместное распространение и залегают на различных элементах рельефа. Статья посвящена вопросам ошибочного мнения местных геологов и авторитетных ученых России, которые относят эти грунты к делювиальным образованиям. На основе новых достижений палеогеографии и палеоклиматологии доказан эоловый генезис суглинков и их принадлежность к единой лёссовой формации Юга России. Рассмотрены вопросы, исключительно важные для объяснения генезиса покровных суглинков: какой геологический агент, как, откуда и, главное, при каких физико-географических условиях мог доставить первичный материал для покровных суглинков г. Ставрополя? Приведены геологические разрезы районов г. Ставрополя, приведенные из изыскательских отчетов, свидетельствующие против делювиального генезиса покровных суглинков города. Проанализирована оценка генезиса покровных суглинков по приведенным выдержкам из отчетов и градостроительных нормативов и сделаны выводы с учетом палеогеографической среды их накопления.

Ключевые слова: покровные лёссовидные суглинки, генезис, делювий, эоловые отложения, палеогеография.

Abstract: in the territory of Stavropol, integumentary loams have broad, almost universal distribution and lie on various elements of a relief. Article is devoted to questions of wrong opinion of local geologists and authoritative scientists of Russia, which carry this soil to diluvial educations. Based on new achievements of paleogeography and paleoclimatology proved the Genesis of Aeolian loams and their belonging to single loess formations in the South of Russia. Questions, extremely important for an explanation of genesis of integumentary loams are considered: what geological agent how, from where and, the main thing, under what physiographic conditions primary material for integumentary loams of Stavropol could deliver? The geological section of districts of Stavropol from the prospecting reports showing against diluvial genesis of integumentary loams of the city. Analyzed assessment of the Genesis of covering loams as the following extracts from reports and of the city, planning regulations and the findings based paleogeographic environment of their accumulation.

Key words: covering loess loam, genesis, diluvium, Aeolian agnation, paleogeography.

На территории Ставрополя широкое распространение имеют покровные суглинки, генезис которых является дискуссионным и требует серьезного литолого-генетического и инженерно-геологического анализа. Необходимость такого исследования объясняется следующими причинами:

- эти суглинки не выделены и не показаны на схематической карте генетических типов лёссовых пород в фундаментальной монографии [2, приложение 1], которой до сих пор пользуются местные изыскатели как справочной литературой. На современных геологических картах Ставрополя сведения о покровных суглинках неполны и противоречивы:
- покровные суглинки являются основанием фундаментов многих зданий и сооружений, а некоторые объекты, построенные на этих грунтах, испытали аварийные деформации [1];
- действующий ГОСТ 25100-95 [5] требует для каждого грунта указывать *происхождение*, условия образования и геологический возраст с использованием результатов научно-технических разработок;
- Свод правил СП 22.13330.2011 [11, п. 5.1.7] также требует, чтобы «результаты инженерно-геологических изысканий содержали сведения об инженерно-геологическом строении площадки строительства с описанием в стратиграфической последовательности напластований грунтов, формы залегания грунтовых образований, возраста, *происхождения* и классификационных наименований грунтов (ГОСТ 25100)»;
- современная научная методология изучения проблемных грунтов руководствуется основным законом грунтоведения, по которому «*состав, строение, состояние и свойства грунтов определяются их генезисом, характером постгенетических процессов и современным пространственным положением*» [6, с. 42].

Чтобы понять, как оценивается генезис покровных суглинков, приведем выдержки из отчетов и градостроительных нормативов.

В 1939 году, в связи с проектом планировки Ставрополя (г. Ворошиловска), инженер-гидрогеолог Крюкова (Госводоканал, г. Москва) сообщила, что «в пределах Ворошиловска среди четвертичных отложений наибольшее распространение имеют суглинки тонкие, желтые, желто-коричневые, известковистые, более плотные в нижней части, *макропористые*. Они слагают с поверхности весь Заташлянский район, мощностью 7-9,5 м». Происхождение суглинков не указано, но их литологическое описание соответствует лёссовым грунтам.

Ставропольский ТИСИЗ в «Пояснительной записке к сводной инженерно-геологической колонке и таблице физико-механических свойств грунтов территории г. Ставрополя» (1986), а затем в техническом отчете по сейсмическому микрорайонированию (СМР, 1998) указывает, что на территории Ставрополя «верхнечетвертичные отложения подразделяются по генезису на *делювиальные* и *эолово-делювиальные*. *Делювиальные отложения имеют самое широкое распространение по площади. Развиты практически во всех частях города и являются основными покровными четвертичными отложениями.* Они представлены глинами, суглинками, реже супесями... Мощность *делювиальных* отложений участками более 10 м; по мере приближения к водоразделам рек, мощность их несколько уменьшается, так как здесь близко к поверхности подходят коренные породы. *Эолово-делювиальные* отложения имеют ограниченное распространение, в основном развиты в центральной и западной части города, представлены суглинками и глинами *просадочными, макропористыми*, с ходами землероев, прожилками гипса, карбонатов. Начальное просадочное давление превышает природное и составляет, в основном, 150–250 кПа. Грунтовые условия таких участков относятся к I типу по просадочности. Мощность данных отложений колеблется от 3,0 до 7,0 м».

На карте четвертичных отложений, составленной СтавропольТИСИЗом при выполнении работ по СМР (1998), покровные суглинки занимают около 80 % территории Ставрополя, из них примерно 70 % отнесены к делювию и 10 % к эолово-делювиальным отложениям. Делювий показан как на пологих склонах города, так и на плоской возвышенной поверхно-

сти плато. Эолово-делювиальные суглинки обозначены на высоких отметках в центральной части и небольшими участками в северо-западной и юго-западных частях города.

СтавропольГИСИЗ в сводной таблице показателей свойств к *делювию* отнес 4 инженерно-геологических элемента (ИГЭ), включающих суглинки и близкие им глины.

Эолово-делювиальным принят суглинок (ИГЭ-5) – серовато-желтый, желтовато-серый, *макропористый*, тугопластичный, поры инкрустированы окислами железа, с прослойками песка, гнездами карбонатов, мергеля. Литологическое описание этого суглинка практически не отличается от делювиального суглинка ИГЭ-1 и весьма близко остальным суглинкам.

Поразительно близки характеристики пластичности суглинков ИГЭ-1 и ИГЭ-5. По числу пластичности – основному нормативному показателю – делювиальные и эолово-делювиальные суглинки практически совпадают ($I_p = 13\%$ и 14%), также близки их компрессионные модули деформации при водонасыщении ($E = 2,5$ МПа и $E = 3,0$ МПа) и прочностные показатели ($C = 18$ кПа и $C = 24$ кПа; $\varphi = 22^\circ$ и $\varphi = 22^\circ$). В сводной таблице указано начальное просадочное давление для делювиальных суглинков (149–156 кПа), что также объединяет их с эолово-делювиальными суглинками.

Отчет по сейсмомикрорайонированию (СМР, 1998) Ставрополя был составлен при участии самых авторитетных научных организаций России – Объединенного института физики Земли РАН и ПНИИИС Госстроя РФ, под научным руководством д-ра геол.-минерал. наук, профессора Г.Л. Коффа. Авторы отчета, обладая наиболее полным фактическим материалом и имея многолетний опыт картирования хорошо изученной территории, отметили, что «*в современных четвертичных образованиях, имеющих ряд генетических типов, зачастую трудно определить точно границы отдельных обособленных типов*».

В 1995 году Северо-Кавказский филиал ПНИИИС Госстроя РФ составил первый на Юге России «Экологический паспорт г. Ставрополя», в котором дана такая же характеристика покровным суглинкам: «*Покровные*

и лёссовидные суглинки и глины широко распространены на поверхности Ставропольского плато, на водораздельных участках территории города и на пологих склонах долин рек и балок. Лёссовидные суглинки содержат много пылеватых частиц, обладают высокой пористостью, сохраняют очень крутые и высокие откосы в сухом состоянии и склонны к просадочным явлениям. Мощность лёссовидных суглинков местами достигает 12 м и более... *Просадочные явления наблюдаются на участках развития лёссовых эолово-делювиальных грунтов. Эти грунты имеют очень ограниченное развитие, преимущественно в западной и северо-западной (верхней) части города. Требуется дополнительное изучение отложений, т.к. выделение участков с просадкой I или II типа довольно условно. Специального картирования просадочных грунтов не проводилось. Участки выделены по материалам изысканий под различные сооружения».*

Такая же краткая характеристика покровных суглинков содержится в новом Генеральном плане Ставрополя (2006, с. 21-22): «Верхнечетвертичные отложения подразделяются по генезису на *делювиальные* и *эолово-делювиальные*. Делювий в основном представлен глинами, суглинками и супесями и развит почти на всей территории. Суглинки обычно бурого или буровато-желтого цвета с включением твердых карбонатов, плотные, маловлажные. Преобладают тяжелые и средние суглинки и несколько обособленно выделяются легкие. Мощность делювиальных отложений участками более 10 метров, по мере приближения к водоразделам рек мощность их несколько уменьшается, т.к. здесь близко к дневной поверхности подходят коренные породы. Исключения составляют погребенные овраги, где мощность делювия увеличивается. *Эолово-делювиальные* отложения имеют ограниченное распространение и в основном развиты в центральной и западной части города. Данные отложения представлены суглинками и глинами просадочными, макропористыми. Начальное просадочное давление превышает природное и составляет, в основном, 150–250 кПа. Грунтовые условия этих участков относятся к I типу просадочности».

Анализ приведенных материалов позволяет сделать следующие выводы:

- на территории Ставрополя покровные суглинки имеют широкое, почти повсеместное распространение, залегают на различных элементах рельефа (на поверхности Ставропольского плато, на водораздельных участках территории города и на пологих склонах долин рек и балок);
- условно покровные суглинки делятся на делювиальные и эолово-делювиальные, причем делювиальные доминируют по площади (70 %), а эолово-делювиальные имеют ограниченное распространение (10 %);
- суглинки и близкие к ним легкие глины практически не отличаются по цвету (желтовато-серый с различными оттенками), литологическому составу (высокое содержание пылевой фракции, близость числа пластичности, наличие карбонатных солей), характеризуются отсутствием слоистости и высокой пористостью с признаками макропористости, обладают просадочными свойствами, т. е. содержат все признаки лессовых пород;
- уровень изученности покровных суглинков не соответствует требованиям ГОСТ 25100-95 и федеральным строительным нормативам по инженерным изысканиям в строительстве – их *делювиальный и эолово-делювиальный* способы накопления приняты априорно, а физико-географические (палеогеографические, палеоклиматические) условия формирования не рассматриваются вообще, или молчаливо предполагаются соответствующими современным условиям. Важнейший и широко распространенный тип грунта краевого центра остается слабо изученным объектом в геолого-генетическом и инженерно-геологическом отношении.

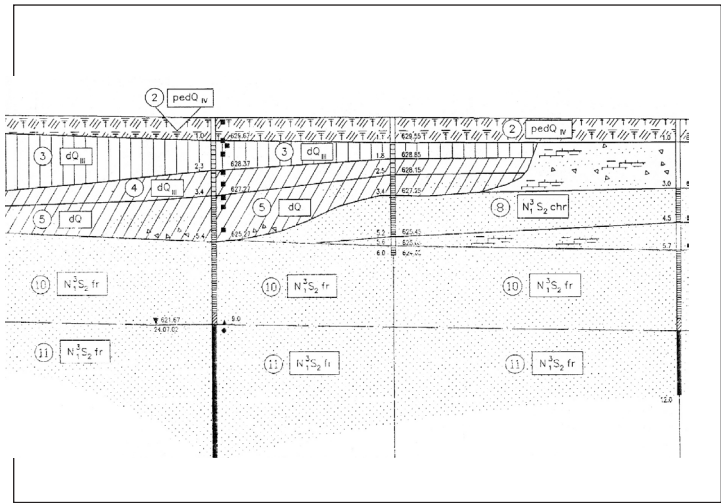


Рис. 1. Геолого-литологический разрез на площадке строительства нового корпуса СКФУ по ул. Кулакова, 2.

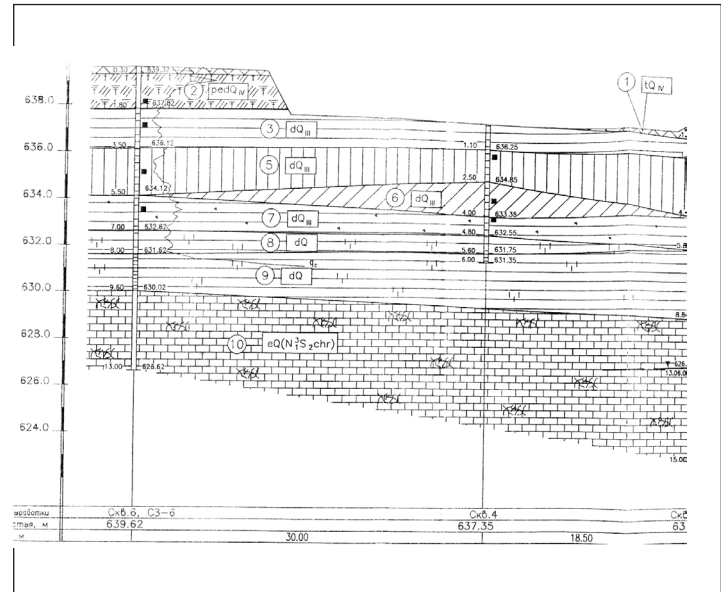


Рис. 2. Геолого-литологический разрез на площадке строительства универсального спортивного комплекса по ул. 50 лет ВЛКСМ, 17.

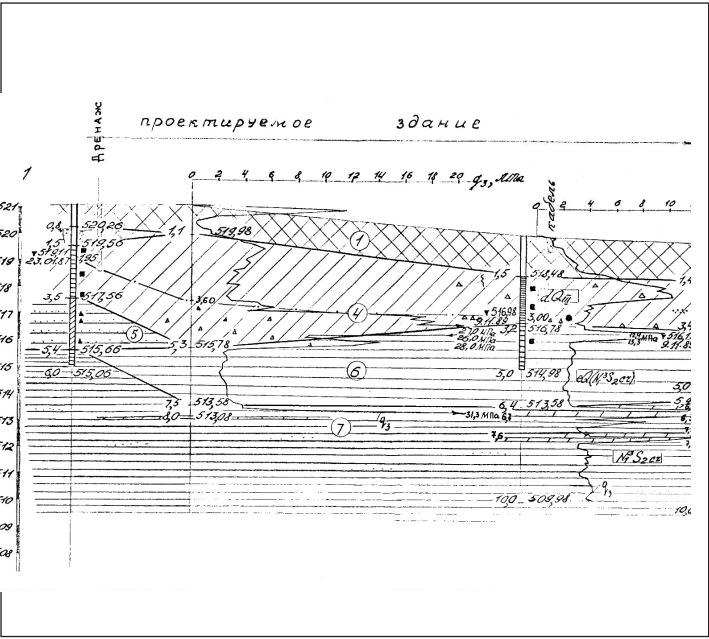


Рис. 3. Геолого-литологический разрез на площадке восстановления Крестовоздвиженской церкви по ул. Голенева.

Чтобы показать ошибочность оценки генезиса покровных суглинков московскими учеными и местными изыскателями приведем три геологических разреза в разных районах Ставрополя, взятых из изыскательских отчетов (рис. 1, 2 и 3).

На рисунках видно, что покровные суглинки и глины верхнечетвертичного возраста покоятся на эродированной поверхности разнообразных морских отложений неогена – песках форштадтского яруса, известняках холоднородниковского яруса и криптомактровых глинах сармата. Можно ли назвать эти покровные отложения делювиальными?

Согласно Геологическому словарю [4], «*делювий* возникает в результате накопления смытых со склонов дождевыми и талыми водами рыхлых продуктов выветривания. Залегает в виде шлейфов, выклинивающихся вверх по склону. Применение термина делювий для обозначения любых склоновых образований неправильно».

Удовлетворяют ли этим требованиям делювия покровные суглинки Ставрополя? Ответ очевиден, нет.

Против делювиального генезиса покровных суглинков Ставрополя убедительно свидетельствуют два признака:

- пространственное положение покровных суглинков, накрывших в виде чехла все элементы древнего эродированного рельефа коренных пород морского генезиса, включая поверхность плато и водоразделов местных рек;
- однородный литологический состав суглинков, его пространственная выдержанность и отсутствие какой-либо связи вещественного состава суглинков с подстилающими и прилегающими породами.

В отечественной геологии [12] генезис пород рассматривают в широком и узком понимании этого термина. Генезис в широком смысле включает как способ, так и условия образования породы, тогда как генезис в узком смысле – только способ ее образования. Способ и условия находятся в диалектическом единстве.

В связи с этим возникают следующие вопросы, исключительно важные для объяснения генезиса покровных суглинков: какой геологический агент, как, откуда и, главное, при каких физико-географических условиях мог доставить первичный материал для покровных суглинков Ставрополя? Из двух основных геологических агентов, действующих на поверхности Земли (вода и ветер), таким агентом в данных условиях мог быть только ветер. После этого остается другой чрезвычайно важный для науки и практики вопрос: какие физико-географические (палеогеографические)

условия были на территории Ставрополя и Юга России в период накопления покровных лёссовидных суглинков?

Возраст покровных суглинков все геологи, и мы с ними согласны, считают верхнечетвертичным (верхнеплейстоценовым), т. е. предшествующим современному голоцену – теплomu и влажному межледниковью, начавшемуся около 10 тыс. лет назад. Климат и палеогеография верхнего плейстоцена (недавнего прошлого нашей планеты) хорошо изучены российскими и зарубежными исследователями в планетарном и региональном масштабе.

Верхний плейстоцен, начавшийся около 100 тыс. лет назад, с теплого и влажного рисс-вюрмского (микулинского) межледниковья, 70 тыс. лет назад вступил в фазу последнего, исключительно жесткого оледенения. По данным американского исследователя Гейтса (Gates, 1976), в последний ледниковый период температура над сушей планеты понизилась в среднем на $7,7^{\circ}\text{C}$, а над океаном – на $4,4^{\circ}\text{C}$.

По данным наших палеогеографов [10, с. 6, 119–120, 135–136], в это время

«последний ледниковый покров на территории Европы окаймлялся широкой перигляциальной зоной, в которой в условиях криогенеза происходило накопление лёссов... Это была эпоха наиболее континентальных условий даже в системе климатов, обуславливающих лёссообразование. Очень слабое преобразование исходной минеральной массы лёссов, непроявленность мерзлотных деформаций могут свидетельствовать о чрезвычайно низкой влажности и низких среднегодовых температурах... можно полагать, что в это время количество осадков не достигало 100 мм в год, при очень большом контрасте температур между холодным и теплым временем года... В Восточной Европе, в средней части Русской равнины, господствующее положение занимал так называемый сибирский тип многолетней мерзлоты с мощностью много-

летнемерзлых пород до 200 м, эти температуры были не менее $-3/-5^{\circ}\text{C}$, а возможно, и $-7/-10^{\circ}\text{C}$. Среднегодовые температуры воздуха (на широтах $50-52^{\circ}$ с. ш.) могли опускаться ниже $-10/-15^{\circ}\text{C}$, а январские температуры приближались к $-30/-40^{\circ}\text{C}$... Наряду с температурами резко снижалось и количество осадков... в центре ледника в эпоху максимума оледенения осадки не превышали 250–300 мм, столько же их было, возможно и меньше, в перигляциальной зоне ... Изложенные представления о состоянии климата в эпоху климатического минимума 18–20 тыс. лет назад не расходятся с данными палеоклиматического моделирования (Gates, 1976)».

Время максимального распространения последнего покровного оледенения совпало с крупной планетарной регрессией Мирового океана с понижением уровня на 125–130 м [10, с. 11]. В это же время во много раз возросло содержание пыли в ныне ископаемых льдах Антарктиды и Гренландии, что американские исследователи Petit и др. [15] связывают с очень высокой аридностью воздуха и сильной атмосферной циркуляцией, обеспечивающей привнос пыли даже в Антарктиду.

Лавинную седиментацию пыли в мировом океане в верхнем плейстоцене отмечает океанолог А. П. Лисицын, объединивший образование континентального и «океанского» лёсса в один крупномасштабный глобальный процесс, но не рассмотрел его в палеогеографическом освещении, несмотря на впечатляющий характер его развития [8, с. 82–83; 9, с. 4]. Отечественные палеогеографы утверждают, что «на Русской равнине в период накопления лёссов почти круглогодично преобладали сухие и холодные, восточные и северо-восточные ветры» [10, с. 136]. Верхний плейстоцен – эпоха наиболее интенсивного накопления мощных эоловых лёссовых толщ Северного Кавказа, которое происходило за счет пыли, принесенной восточными ветрами в основном из Прикаспийской низменности [3; 7]. Показателем суровости климата служат многочис-

ленные признаки криолитогенеза, обнаруженные в лессовых толщах Предкавказья [7, с. 51–52] – различные пустоты размером до 8 см, возникшие, по-видимому, за счет вытаивания льда и снега; клиновидные вертикальные полости, типа морозобойных, шириной до 6 см; присутствие над ископаемыми почвами прослоев (до 25 см) суглинка солифлюкционного облика, свидетельствующего о переходе влажного и теплого климата к сухому и холодному; ничтожное (доли %) количество гумуса и почти полное отсутствие фитогенных макропор; матовая поверхность и глубокие тонкие царапины на многих зернах кварца, указывающие на их ветровую обработку в суровых перигляциальных условиях [Трикар, 1954; Марков, 1959].

Достижения современной палеоклиматологии и палеогеографии ставят под сомнение делювиальный способ накопления покровных суглинков г. Ставрополя, для которого необходим «достаточно интенсивный склоновый сток воды в отдельные сезоны года». В перигляциальных условиях главным геологическим агентом была не вода, а ветер. Действие воды было подавлено не только малым количеством атмосферных осадков, но и низкой, в основном отрицательной, температурой воздуха.

Палеогеографы утверждают, что уникальный ландшафт перигляциальной зоны не имеет современных аналогов на поверхности Земли [10, с. 6], и это сильно затрудняет применение основного научного метода геологии – метода актуализма. На основе имеющихся данных, этот ландшафт в наиболее суровую эпоху можно представить как безжизненную полярную пустыню, не имеющую растительного покрова, на поверхности которой хозяйничал холодный и сухой ветер, переносивший в восточном направлении огромные массы пыли, ставшей материалом для лёссового покрова Европы. Холод, сухость и засоленность пылевого осадка создали уникальный, практически без растительного покрова, перигляциальный ландшафт в верхнем плейстоцене на Юге России, где основным геологическим агентом был ветер, а не вода.

Генетический анализ покровных суглинков Ставрополя, выполненный впервые с учетом палеогеографической среды их накопления, т. е. с

широким пониманием термина «генезис», позволяет сделать следующие выводы:

1. Так называемые «делювиальные» и «эолово-делювиальные» суглинки, занимающие 80 % площади Ставрополя, представляют собой единый комплекс верхнечетвертичных (позднеплейстоценовых) отложений, сформировавшихся из эоловой пыли, принесенной восточными ветрами в холодных и сухих перигляциальных условиях, не имеющих достойных аналогов среди современных ландшафтов.
2. Эти эоловые лёссовидные суглинки и глины синхронно вписываются в лессовую формацию Юга России, занимающая верхнеплейстоценовую часть разреза.
3. В современных, теплых и влажных условиях суглинки, после естественного и техногенного обводнения, практически утратили первичную просадочность и засоленность, но сохранили высокую пористость и после обводнения стали слабыми и сильно сжимаемыми грунтами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бабаевская Л. В., Стешенко Д. М. Инженерная защита зданий и сооружений от опасных геологических процессов на территории г. Ставрополя // Вестник Северо-Кавказского государственного технического университета. – 2012. – № 3(32). – С. 104–108.
2. Балаев Л. Г., Царев П. В. Лёссовые породы Центрального и Восточного Предкавказья. – М.: Наука, 1964.
3. Галай Б. Ф. Лёсс. Взрывы. Шнековые сваи. Градостроительство и ЖКХ. – Ставрополь: Сервисшкола; Северо-Кавказский федеральный университет, 2014.
4. Геологический словарь в двух томах. Т. 1. – М.: Недра, 1973.
5. ГОСТ 25100-95. Грунты. Классификация.
6. Грунтоведение / Трофимов В.Т., Королев В.А., Вознесенский Е.А. и др.; под ред. В.Т. Трофимова. – 6-е изд. перераб. и доп. –

- М.: Изд-во МГУ, 2005. – 1024 с. (Классический университетский учебник).
7. Коробкин В. И., Балаев Л. Г., Галай Б. Ф. Субаэральный литогенез и свойства пылевато-глинистых отложений (применительно к ирригационному строительству). – Ростов н/Д.: Изд-во Ростовского университета, 1985.
 8. Лисицын А. П. Процессы океанской седиментации. – М.: Наука, 1978.
 9. Лисицын А. П. Лавинная седиментация и перерывы в осадконакоплении в морях и океанах. – М.: Наука, 1988.
 10. Палеогеография Европы за последние сто тысяч лет: атлас-монография. – М.: Наука, 1982.
 11. Свод правил СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений. Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83*.
 12. Фролов В. Т. Генетическая типизация морских отложений. – М.: Недра, 1984.
 13. Экологический паспорт г. Ставрополя. Ландшафт. Ставрополь: Северо-Кавказский филиал ПНИИИС. – Ставрополь. 1995.
 14. Gates W.L. Modelling the ice-age climate // Science. – 1976. – Vol. 191. – № 4232. March (англ.).
 15. Petit J.-R., Briat M., Royer A. Ice age aerosol content from East Antarctic ice core samples and past wind strength // Nature. 1981. Vol. 293. – № 5831. – P. 391–394.

УДК 550.8.053

Голованов К. С. [Golovanov K. S.],
Харченко В. М. [Kharchenko V. M.],
Волошина Т. В. [Voloshina T. V.],
Зенин Д. И. [Zenin D. I.]

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ
И ТЕХНОЛОГИЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ЗОН
АНОМАЛЬНО ВЫСОКИХ ДАВЛЕНИЙ
(АВПД) (НА ПРИМЕРЕ ОБЪЕКТОВ
АЗОВО-КУБАНСКОЙ, КУМО-
МАНЫЧСКОЙ ВПАДИН И ЗОНЫ
СОЧЛЕНЕНИЯ ПРИКАСПИЙСКОЙ
ВПАДИНЫ И КРЯЖА КАРПИНСКОГО)**

**Theoretical foundations and detection
technology of zones of abnormally
high pressures (for example, objects
of the azov kuban cavity, the Kumo-Manych
cavity and the Junction zone of the Caspian
cavity and the Karpinski ridge)**

В работе излагаются теоретические основы (концепция тектогенеза и концепция механизма образования структур центрального типа и их интерпретация, с выделением зон сжатия, растяжения, геодинамических центров и узловых точек). Приводятся конкретные результаты дешифрирования топокарт, космических снимков с выявлением структур центрального типа (СЦТ) и линеаментов, интерпретация СЦТ с выделением возможных зон АВПД на территории Крупской площади Азово-Кубанской впадины, Камышовом и Равнинном месторождениях Кумо-Манычской впадины, и конкретно выявленные зоны АВПД на Касаткинской площади в зоне сочленения Прикаспийской впадины и кряжа Карпинского. В работе впервые производятся не только результаты дешифрирования аэро и космических снимков и топокарт, но и метод их интерпретации, с выделением участков интерференции зон растяжений, сжатий (предполагаемых зон АВПД) и узловых точек или зон субвертикальной деструкции, перспективных на предмет нефти и газа, и сейсмичности.

Ключевые слова: концепция тектогенеза, структуры центрального типа, геодинамический центр, зона сжатия, зона растяжения, узловые точки, линеаменты, зоны АВПД (аномально высокого пластового давления).

This article presents the theoretical foundations (the concept of tectonic activity and the concept of the mechanism of formation of the structures of the central type and their interpretation, with an assignment of zones of compression, stretching, geodynamic centers and nodal points). It provides the specific results of interpretation of topographic maps and satellite im-

ages with detection of structures of the central type (SCT) and lineaments, the interpretation of SCT with an assignment of possible zones of abnormal high pressures on the territory of the Krupskaya area of the Azov Kuban cavity, on the Kamyshovoe and the Ravninnoe fields in the Kumo-Manych cavity, and specifically identified zones of abnormal high pressures on the Kasatkinskaya area at the junction of the Caspian cavity and the Karpinski ridge. For the first time the paper provides not only the results of decryption of aerial and satellite images and topographic maps, but also the method of their interpretation, with an assignment of regions of interference of zones of stretching, compression (prospective zones of abnormal high pressures) and nodal points or zones of subvertical destruction, that are promising to contain oil and gas, and seismicity.

Key words: concept of tectonic activity, structures of the central type, geodynamic center, zones of compression, zones of stretching, nodal points, lineaments, zones of abnormal high pressures.

Комплексность решения вопроса тектогенеза состоит в последовательности и логической согласованности основных фундаментальных особенностей Земли и планет земной группы: вращении и колебательных движений, дифференциация вещества по плотности и его инверсия, конвекция и спиральная циркуляция вещества, цикличность и нелинейность геологических процессов. Следствием проявления эти особенностей являются: ротационная тектоника, плюм-тектоники, ринг и блоктектоника. Рингтектоника или современные представления о структурах центрального типа (СЦТ) является закономерным следствием ротационной и плюмтектоники. Ротационные процессы в геологии позволяют наиболее объективно оценить роль экзогенных факторов в тектогенезе Земли и планет Земной группы.

При дифференциации вещества, как в результате ротации Земли, так и при выделении тепла в процессе радиоактивного распада, очевидна конвекция вещества, т.е. подъём более лёгкого вещества к поверхности и опускании «менее горячего» более плотного вещества в обратном направлении. Движения вещества в неоднородной среде, в мантии и даже в земной коре происходит по спиралевидной траектории (согласно уравнению Бернулли и закона турбулентности). Основные направления движения вещества по спиралевидной траектории, по нашим представлениям, согласуются с осями симметрии куба или октаэдра, что подтверждается наличием постоянных зон тектонической активизации в определённых

точках поверхности Земного шара. [1] Е.Е. Милановского (1991) [2], зоны восходящих магматических расплавов или флюидов приурочиваются к центральным частям Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Такие же зоны восходящих и нисходящих потоков флюидов вероятны в Антарктиде и на Северном Ледовитом океане, что согласуется с выделенными геодинамическими центрами первого порядка, которые являются соответственно центрами СЦТ.

Таким образом, при движении флюидов к земной поверхности происходит диссипация энергии на границах геолого-геофизических сред, причём закономерно в двух направлениях, согласно основным направлениям полей тектонических напряжений – вертикально вверх (нормальное напряжение) и под углом 45° (максимальное касательное напряжение). В результате вращения Земли и изменению ее скорости, разрядки или постоянного действия этих напряжений при магматическом диапиризме, на земной поверхности образуются (согласно теории Эйлора (1877)) линейные и дугообразные трансформные разломы большой протяженности (тысячи км), которые в целом формируют радиально-концентрические структуры центрального типа или кольцевые структуры глобального плана, представляя модель в виде «разбитой тарелки».

Структуры центрального типа (СЦТ) являются результатом как импульсной так и постоянно действующих нормальных и максимальных касательных древних, новейших и современных тектонических напряжений, связанных с процессами магматического, соляного, глиняного и нефтяного диапиризма в условиях пульсации и неравномерного вращения Земли вокруг своей оси, Солнца и центра Галактики. Автор представляет конкретную схему образования как «структурных линий», образующих структуры центрального типа, так и линеаментов, которые имеют различное пространственное соотношение с СЦТ.

По нашим представлениям, изложенным в работе [7], многочисленные «структурные линии» или концентрические тектонические нарушения, являются результатом разрядки максимальных касательных напряжений из одного энергогенерирующего центра, который приурочен

к центру максимальной структуры центрального типа, выделенной в пределах региона, диагностирующегося по рисункам гидросети или узлам пересечения линеаментов. Глубина до главного энергогенерирующего центра, согласно правилу распространения нормальных и максимальных касательных тектонических напряжений, а также закону скалывающих напряжений, равна радиусу максимальной структуры центрального типа в пределах региона.

На земной поверхности постоянно проявляются многочисленные землетрясения различной интенсивности. При ударе метеорита или других космических тел, в результате импульсной разрядке напряжений в земной коре зоны образуются зоны разломов, в местах пересечения которых имеют место процессы декомпрессии, провоцирующие вулканическую и интрузивную деятельность, следами которой являются СЦТ (наглядным примером служат СЦТ больших размеров, (более 1000 км на Луне). В процессе образования СЦТ в местах интерференции волн и наличия упругих и плотных сред проявляются более выраженные трещины на поверхности. В результате экзогенных факторов места трещиноватости будут, естественно, преобразовываться и значительно отличаться от соседних участков, не подвергающихся деформации (растрескиванию). В ландшафте эти участки отличаются условиями увлажнения, характером мезо- и микрорельефа, почв и растительности, для них характерна своя геохимическая обстановка (А.И. Касымов, 1980).

Таким образом, системы дуг-концетров на земной поверхности отражают вертикальные движения слоистой земной коры, неоднородной по упругости и плотности, и даже мантии, (результат «дыхания» (пульсации) Земли) или результат разрядки напряжений при метеоритной бомбардировки поверхности Земли.

Из известных представлений о характере распространения нормальных и максимальных касательных напряжений вытекает вывод об очень простой зависимости между размером радиусов кольцевых структур (или вернее концетров-дуг) и глубиной до упругих и срав-

нительно плотных сред. Эта зависимость выражается элементарной формулой

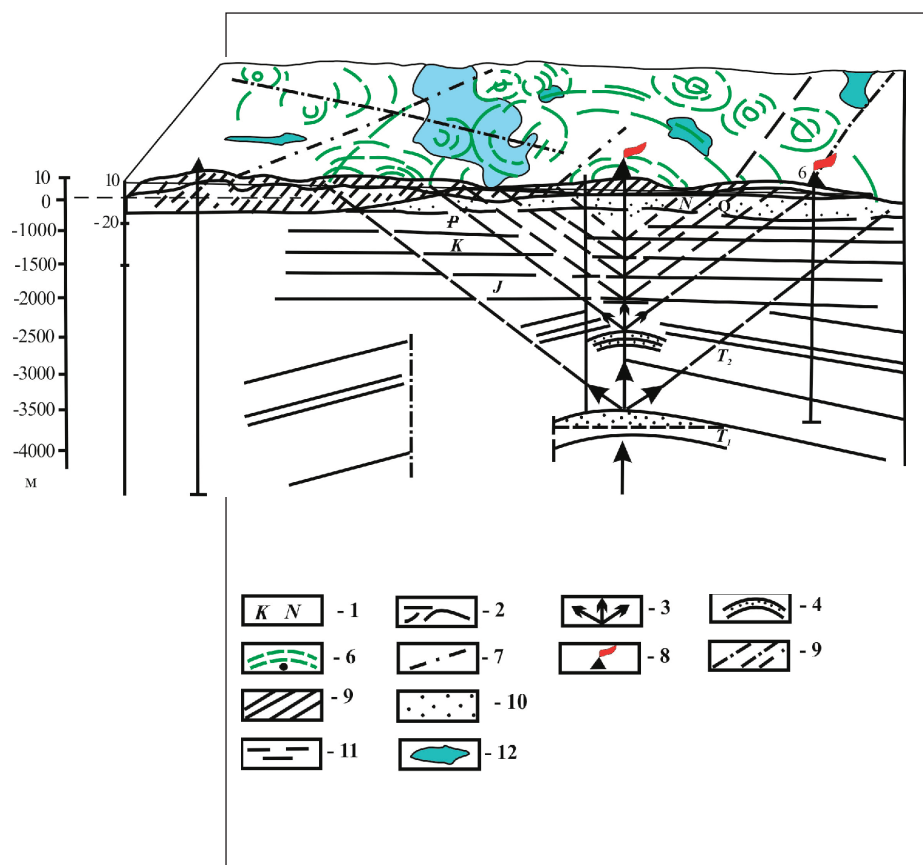
$$R = f(H),$$

которая теоретически подтверждается законом скалывающих напряжений и представлениям М.В. Гзовского [3] о распространении максимальных касательных напряжений под углом 45° по отношению к нормальным напряжениям, статистическими данными Г.И. Худякова, Б.В. Ежова (1999), расчётами А.И. Петрова (1968) и экспериментальными исследованиями Е.А. Мясникова (2004) и, наконец, результатами геофизики и бурения скважин на нефть и газ на территории Калмыкии (Нурин-Хагская, Касаткинская и Северо-Шадженская площади). Кроме того, в целях подтверждения предложенных представлений, нами проведено бурение инженерно-геологических скважин в пределах миниатюрных структур центрального типа в Калмыкии, выявленных с высоты птичьего полета ($H = 150$ м), где подтверждены плотностные неоднородности в лессовой толще пород (почвенные горизонты) на глинах равных радиусам СЦТ.

Для подтверждения соответствия радиусов СЦТ глубинам до отражающих горизонтов, проведено сопоставление СЦТ размером 1–10 км с геолого-геофизическими данными на ключевых участках Калмыкии и Ставрополя, где они достоверно отражены на АКФС, а сейсмические профили должны проходить через центры СЦТ (рис. 1).

Концептуальная модель формирования УВ в пределах СЦТ

Предлагаемая модель согласуется с известными теоретическими флюидодинамическими моделями Б.А. Соколова [6], Ф.А. Алексеева и др., миксгенетической теорией В.П. Гаврилова, полигене-



- 1 – возраст пород;
- 2 – геолого-сейсмические горизонты;
- 3 – распределение нормальных и касательных напряжений;
- 4 – песчаники газонасыщенные;
- 5 – суглинки покровные;
- 6 – дуги-концентры;
- 7 – тектонические нарушения, линеаменты;
- 8 – скважины;
- 9 – супеси;
- 10 – пески;
- 11 – глины;
- 12 – саги, глинистые поверхности.

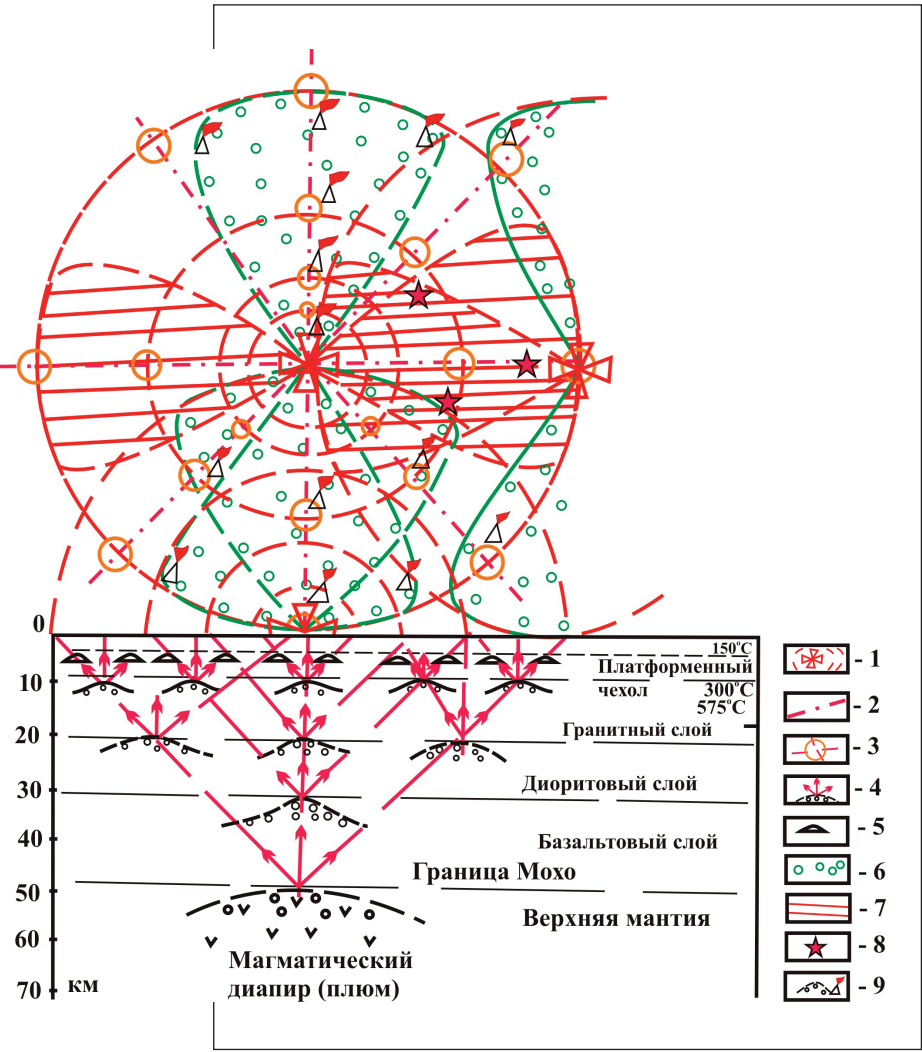
Рис. 1.

Факт соответствия радиусов структуры центрального типа глубинам до отражающих сейсмических горизонтов и их перегибов в центральной части (Касаткинская площадь в Калмыкии) Харченко В.М.

тической концепцией А.Н. Дмитриевского и фактически является их практическим воплощением на конкретной территории. Концепция образования структур центрального типа объясняет формирование рудных залежей и залежей УВ под действием тектонических напряжений на флюидодинамические системы, которые представляют собой глубинные флюидопроводящие структуры различного ранга, контролирующее размещение как углеводородные так и рудные месторождения и обуславливающие формирование геофизических и геохимических аномалий над залежами УВ и рудными телами. Проницаемые зоны развиваются в соответствии с действием тектонических напряжений и распространением трещинноватости и разломов, фиксируются в геофизических и геохимических полях, благодаря миграции по ним флюидов и развитию наложенной минерализации (рис. 2).

Суть концепции нефтегазоносности СЦТ заключается в том, что благодаря ротационному тектогенезу, от глубинных энергетических источников (плюмов), расположенных ниже границы Мохо, происходит восходящая миграция соединений углерода и водорода по субвертикальным тектонически ослабленным проницаемым зонам. Эти зоны характеризуются пониженной плотностью по отношению к вмещающим их породам, что обуславливает локальные отрицательные аномалии силы тяжести. Субвертикальные каналы восходящей миграции (согласно закону скалывающих напряжений), сопровождаются опережающими разломами близкими и под углом 45° (в глинистых породах) [3].

Образующаяся при этом расширяющаяся вверх воронко- или конусообразная структура аналогичная системе трещин формирующихся в твердых пластинах при точечном ударном воздействии. При этом формируются тектономагматические структуры центрального типа различного размера (модель «разбитой тарелки»). Воронкообразные структуры центрального типа являются зонами повышенной флюидопроводимости сложены аномалиеобразующими телами, верхние кромки которых расположены в платформенном чехле или фундаменте, а нижние кромки – вблизи или ниже изотермической поверхности формирования флюидов УВ (300-400) [4].



1 – геодинамические центры СЦТ и их контуры; 2 – линеаменты или тектонические нарушения; 3 – субвертикальные зоны деструкции; 4 – флюидопотоки и пути их миграции согласно распределению тектонических напряжений; 5 – залежи УВ в зоне катагенеза; 6 – зона растяжения; 7 – зона сжатия; 8 – возможные очаги землетрясения; 9 – залежи УВ в зоне субвертикальной деструкции. (согласно Ф.А Алексееву, 1978; О.Ю. Баталина, 2010; В.М. Харченко, 2012).

Рис. 2. Концептуальная модель формирования рудных и УВ залежей (в плане и разрезе).

Достижение нижней кромкой воронки изотерм формирования флюидов УВ может указывать на возможность скопления УВ в вышележащих породах при наличии коллекторов и покрышек. При температуре 100–150°, на глубинах до 5 км благоприятной для формирования залежей, возможно и их образование также за счет диагенетического преобразования осадков. Таким образом, возможно образование залежей УВ двояким путем: за счет глубинного прогрева осадков и подтока флюидов снизу, и путем преобразования органики в осадочной толще также за счет прогрева снизу. Такая схема образования и формирования УВ может объяснить возобновления запасов на разрабатываемых месторождениях и формирование залежей не только в осадочных толщах, но и в кристаллических породах фундамента.

На Северном Кавказе по данным А.Б.Островского [5], А.М. Расцветаева, Т.Ю. Тверетиновой и др. (1995), наиболее раскрытыми дизъюнктивными системами субмеридиональных, С-, С-В и С-З простираний, являются обычно структуры относительных растяжений главных позднеальпийских напряжений. В противоположность им дизъюнктивные системы субширотных и З-, С-З простираний являются в этих полях напряжений структурами сжатия, таким образом представляли собой тектонодинамические закрытые системы («тектонодинамические экраны»), где возникают условия для подпруживания гидрогеологических потоков и формировании скоплений подземных вод и образование АВПД.

В результате интерпретации СЦТ и линеаментов в данной работе впервые предлагается выделение зон АВПД на конкретных территориях исследования: в зоне сочленения Прикаспийской впадины и кряжа Карпинского (Касаткинская площадь), в Азово-Кубанской впадине западного Предкавказья (Крупская площадь) и в Кумо-Манычской впадине (Камышовая и Равнинная площади).

На Касаткинской площади, в зоне сочленения кряжа Карпинского и Прикаспийской впадины, в результате бурения поисковой скважины на нефть и газ (1986 год), получен аварийный выброс газа с глубин около

3 км с давлением 50 Мпа (зона АВПД). Эта точка согласно интерпретации СЦТ размером по радиусу 3 км, приурочена к центральной части этой структуры, которая в свою очередь находится в северной части «орбиты» более крупной СЦТ, размером 5 км по радиусу и в зонах интерференции субмеридиональных зон растяжения и субширотных зон сжатия. Самое главное, что эта точка приурочивается к узловой точке, зоне субвертикальной деструкции, приуроченной к пересечению дуг-конcentров различных радиусов (3, 5, 10 км) к линеаментной зоне (зоне тектонических нарушений) СЗ простирания, где подтверждается геолого-тектоническая модель Касаткинской площади бурением и сейсмическими данными (см. рис. 1).

По аналогии с Касаткинской площадью, на известных месторождениях в Азово-Кубанской и Кумо-Манычской впадинах предполагаются зоны АВПД также в центральных частях СЦТ и в зонах интерференции зон сжатия.

Для территории Азово-Кубанской впадины получены результаты дешифрирования топокарт и космофотоснимков крупного масштаба, с выделением в основном по рисункам гидросети СЦТ и линеаментов различного размера от первых километров (по радиусу) до десятков и первых сотен километров, с выделением геодинамических центров различного ранга, зон сжатия и растяжения, их интерпретации, и особенно узловые точки (зоны субвертикальной деструкции). Последние в зонах сжатия могут интерпретироваться как перспективные площади на предмет выявления зон АВПД.

К этой зоне приурочивается и Крупская площадь, где глубокой поисковой скважиной (более 5 км) вскрыта зона АВПД.

В район Крупской площади попадает часть зоны сжатия более крупной СЦТ (рис. 3). В участках наложения крупных и мелких (по радиусу) зон сжатия (выделены чёрным) и выделяются зоны АВПД.

Для территории Кумо-Манычской впадины, в Озек-Суатской зоне нефтегазонакопления, находятся Камышовое и Равнинное месторождения, которые приурочиваются к СЦТ с радиусами от 32 до 10 км. В этих

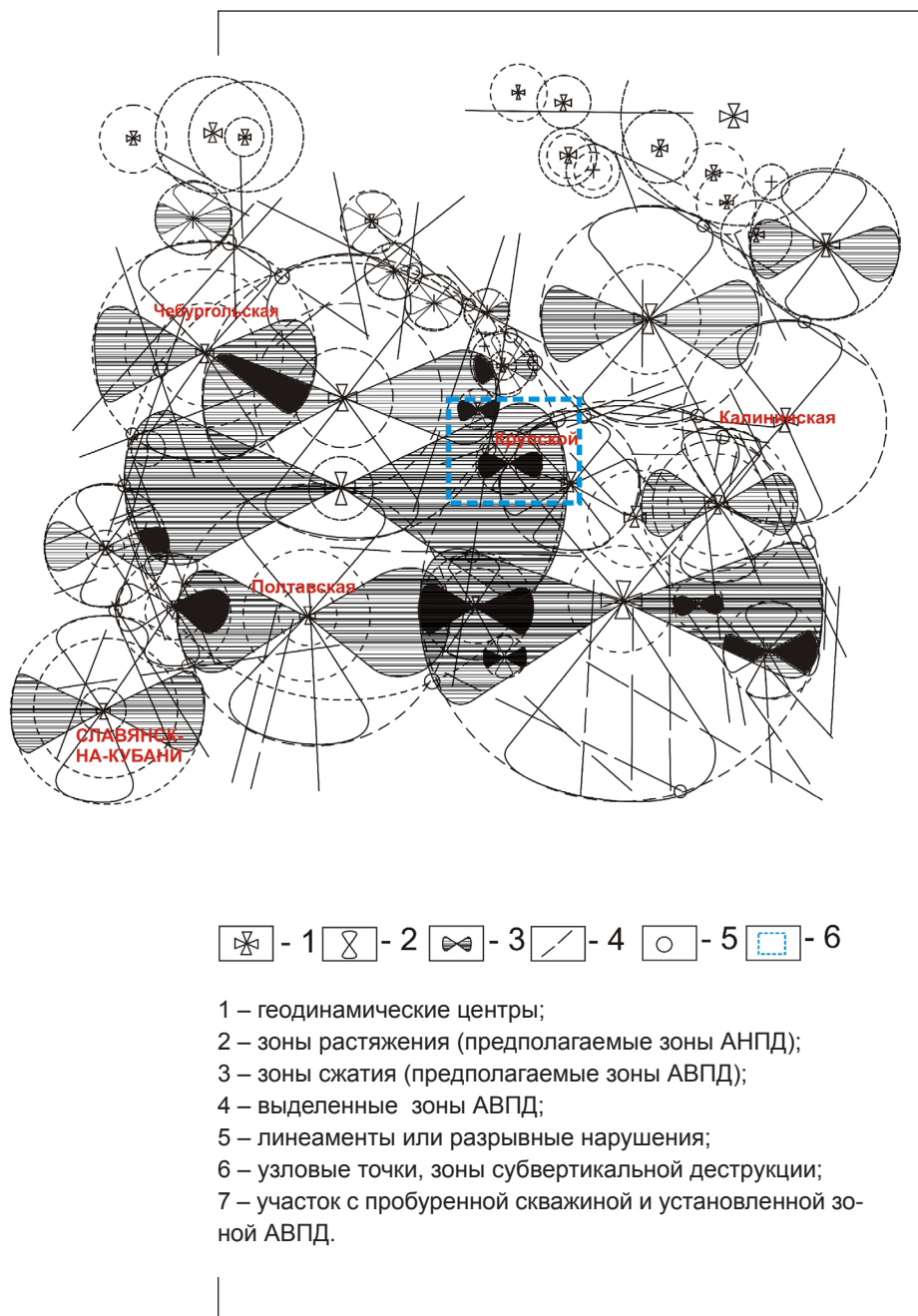


Рис. 3.

Схема дешифрирования и интерпретации СЦТ с целью выделения зон АВПД на территории Азово-Кубанской впадины.

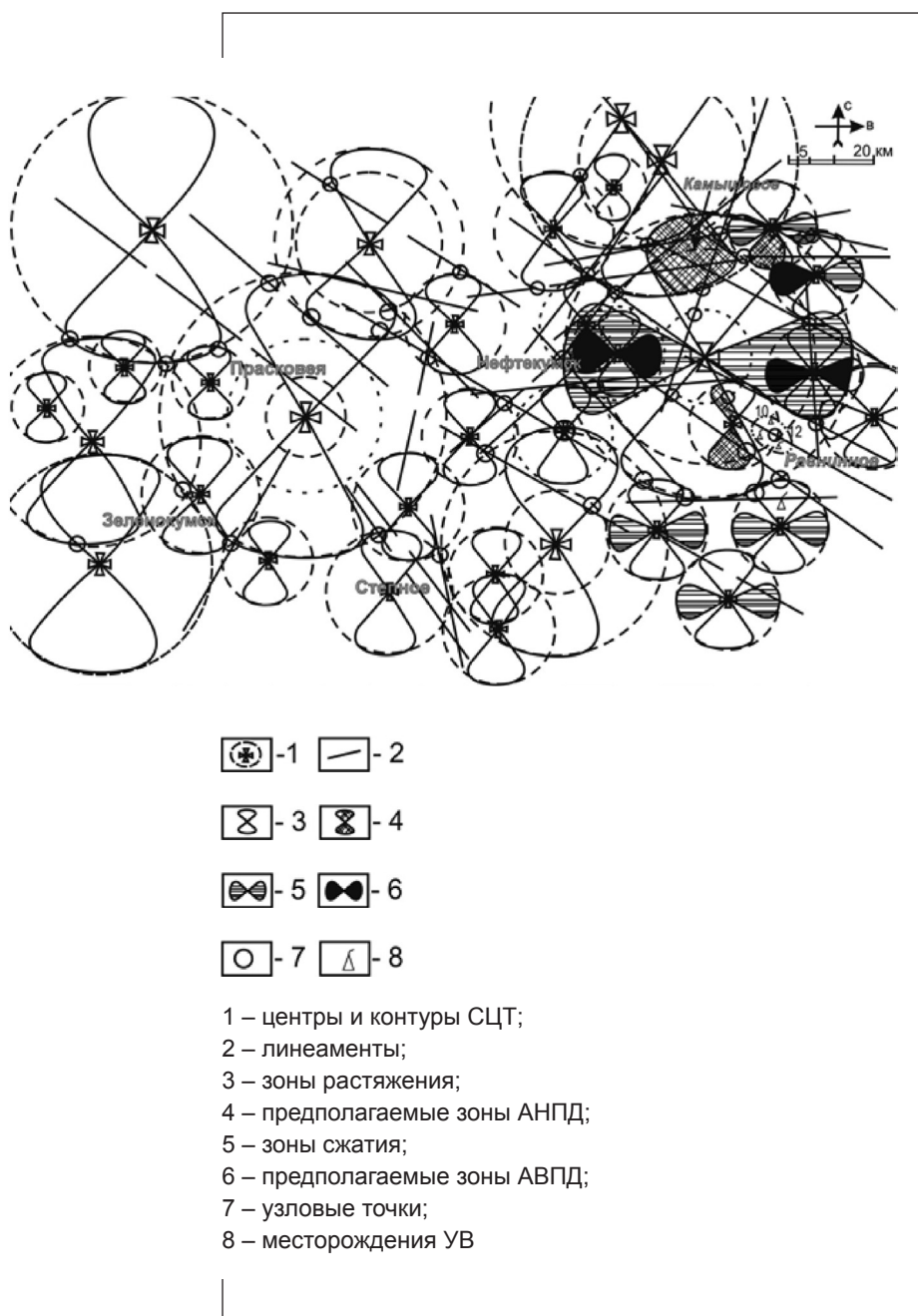


Рис. 4.

Схема дешифрирования и интерпретации структур центрального типа Прасковья Нефтекумского нефтегазоносных районов.

структурах выделяются центр нефтегазообразования, зоны растяжения и зоны сжатия, узловые точки и участки интерференции.

В северной части этой структуры, расположенной в зоне интерференции в «треугольнике» (выделенном по линеаментам) находится Камышовое месторождение (рис. 4), где все изученные залежи находятся в юрских и нижнемеловых отложениях, а максимальный дебит наблюдается в 36 скважине. Подобная картина характерна и для Равнинного месторождения, где скважина 12 приурочивается к узловой точке в зоне перехода от зоны сжатия к зоне растяжения (рис. 4). Таким образом, перспективные очаги нефтегазообразования или накопления могут располагаться в узловых точках и в зонах интерференции зон сжатия и растяжения, где и приурочиваются соответственно вероятные зоны АВПД и АНПД. Очаги нефтегазообразования приурочиваются к СЦТ размером по радиусу от 32 до 10 км и от 1 до 5 км. В геологическом разрезе накопление нефти и газа возможно в ловушках не только нижнемеловых и юрских отложений, но и в отложениях триаса и возможно даже в палеозойском фундаменте.

Таким образом,
проблема выявления зон АВПД может частично решена
довольно дешевым способом, на основе интерпретации
СЦТ и линеаментов на исследуемой территории.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пущаровский, Ю.М. Главная тектоническая асимметрия Земли. Тихоокеанский и Индо-Атлантический сегменты и взаимоотношения между ними. Тектонические и геодинамические феномены / ред. А.С. Перфильев, Ю.А. Разницын. – М.: Наука, 1997. – С. 8-24.

2. Милановский, Е.Е. Новейшая тектоника Кавказа. – М.: Недра, 1968. – С. 483-496
3. Гзовский М.В. Основы тектонофизики. – М.: Наука, 1975.
4. Алексеев В.А. К вопросу о характере конвективных движений в мантии Земли: Мат-лы XII науч. семинара «Система Планета Земля». Нетрадиционные вопросы геологии / В.А. Алексеев, А.В. Гейтлинг. – Москва, 2004. – С. 343-348.
5. Островский А.Б. Некоторые прикладные аспекты тектодинамических исследований на Северном Кавказе / А.Б. Островский, Л.М. Расцветаев, Н.Н. Кудрин, Т.Ю. Тверетинова, А.С. Бирман, В.Э. Кочнев, Ю.Ю. Захарченко // Материалы VIII Юбилейной конференции «Основные проблемы геологического изучения и использования недр» г. Ессентуки 1995. – С. 278-280.
6. Соколов Б.А. Новые идеи в геологии нефти и газа: избранные труды. М.: МГУ, 2001. – 480 с.
7. Харченко В.М. Структуры центрального типа, их связь с месторождениями полезных ископаемых (на примере объектов Предкавказья и сопредельных территорий): Автореф. дис. ... на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук. – Ставрополь, 2012. – 34 с.

УДК 911.
3:796.5(470.6)

Зольникова Ю.Ф. [Zolnikova J.F.]

ФОРМИРОВАНИЕ САНАТОРНО-КУРОРТНОГО КОМПЛЕКСА РЕГИОНА КАВКАЗСКИЕ МИНЕРАЛЬНЫЕ ВОДЫ В 20-Е ГОДЫ XX ВЕКА

Formation of a sanatorium-resort complex complex region Caucasian Mineral Waters in the 1920 years of the twentieth century

Регион Кавказские Минеральные Воды является одним из старейших и ведущих рекреационных районов России, на территории которого имеются разнообразные рекреационные ресурсы: гидроминеральные, грязевые и др. Это способствовало формированию на территории региона КМВ крупнейшего санаторно-курортных комплекса страны. В статье рассматривается один из значимых этапов истории развития курортного региона Кавказские Минеральные Воды — 20-е годы XX в. Выявлены особенности развития санаторно-курортного комплекса региона в исследуемые годы в связи событиями в стране и правительственными постановлениями. Показано, как расширялась сеть санаториев и материально-технической базы, совершенствовалась курортная инфраструктура, развивалась рекреационная деятельность и происходило становление нового курортного лечения, а также приводятся данные по динамике отдыхающих за рассматриваемый период.

Ключевые слова: Кавказские Минеральные Воды, курорт, санаторий, санаторно-курортный комплекс, минеральные воды, курортный регион, лечебные учреждения, курортный сезон

The region of Caucasian Mineral Waters is one of the oldest and leading Russian recreation areas, on which territory there are a variety of recreational resources: hydromineral, mud, etc. This contributed to the formation of Caucasian Mineral Waters region as the largest sanatorium complex of the country. The article discusses about one of the significant historical stages of development of the resort region of Caucasian Mineral Waters — 1920 of the 20-th century. The peculiarities of the development of sanatorium-resort complex of the region during the study years were identify in connection with events in the country and government regulations. It is shown how to expand the network of sanatoriums and material and technical base, improved resort infrastructure, developing recreational activities and occurred the formation of new Spa treatment, and also presents information about dynamics of holidaymakers during the period.

Key words: Caucasian Mineral Waters, resort, sanatorium, sanatorium-resort complex, mineral water, resort region, hospitals, holiday season

Кавказские Минеральные Воды (КМВ) — один из старейших курортных регионов России. В XIX в. на базе разнообразных рекреационных ресурсов региона возникли курорты ми-

рового значения: Пятигорск, Кисловодск, Ессентуки и Железноводск и сформировался крупный санаторно-курортный комплекс страны.

Формирование и развитие санаторно-курортного комплекса КМВ происходило в несколько исторических этапов, каждый из которых оставил свои последствия в современном состоянии курортного региона.

Одним из наиболее значимых этапов в развитии санаторно-курортного комплекса региона КМВ являются 20-е годы XX в. С приходом Советской власти на курортах Кавминвод наступили перемены, курорты стали доступны всем трудящимся. Однако за этим политико-социальным тезисом стоит крупномасштабная, многогранная и длительная перестройка всего курортного дела [10]. Развитие курортов региона на этом этапе определил Декрет СНК от 20 марта 1919 года, по которому лечебные местности или курорты, «где бы таковые на территории РСФСР не находились и кому бы они не принадлежали со всеми сооружениями, строениями, движимостью, обслуживающими ранее курорт и находящимися на присоединенных к курорту землям, составляют собственность республики и используются в лечебных целях» [4].

Уже в июне 1919 г. была предпринята попытка открыть курортный сезон, но в связи с революцией курортные парки были сильно запущены, значительно сократилось количество медицинских работников и обслуживающего персонала. В 1920 г. началось возрождение сильно разрушенного в ходе войны курортного хозяйства городов-курортов региона Кавказские Минеральные Воды. Курорты были объявлены национальным достоянием. На их восстановление требовались значительные средства, которых у государства было недостаточно. В результате шел процесс национализации дач, особняков, гостиниц, на базе которых происходило создание санаториев и пансионатов.

Весной 1920 г. было создано Управление курортами Северного Кавказа, получившее в апреле 1920 г. охранную грамоту Наркомата здравоохранения РСФСР. По этой грамоте курорты Кавказских Минеральных Вод объявлялись лечебными учреждениями общегосударственного значения. В мае 1920 г. на КМВ начала работать комиссия Наркомздрава. Цель со-

зданной комиссии заключалась в развертывании на курортах Кавказских Минеральных Вод 10 тысяч коек для курортных больных. И уже 15 мая этого же года на всех городах-курортах региона начался курортный сезон. Были организованы первые семь санаториев-госпиталей на 675 коек для раненных и больных солдат.

В Ессентуках с началом лечебного сезона 1920 г. были развернуты санатории-лазареты на 200 коек, заработала первая советская здравница для трудящихся в бывшем санатории «Азау». В Железноводске с открытием курортного сезона начинают действовать Островские ванны, а также ваннные здания № 5 и № 6 с душевыми и гидропатическими заведениями и все источники.

В сезон 1920 года наряду с подготовкой мест для размещения приезжающих на Кавказских Минеральных Водах определилась еще одна важная задача — организовать бесплатное содержание и питание всех больных путем создания санаториев, пансионатов и столовых, что раньше было делом частной инициативы. Развернутые санатории не могли поначалу работать по строго выработанному режиму, но хорошо была налажена система питания больных, численность которых за сезон превысила 10 тысяч человек [11]. Вместе с тем положение на курортах в этот год было очень сложное. На чрезвычайном заседании, созванном 24 июля 1920 года для обсуждения сложившейся ситуации, директор и комиссар управления КМВ, докладывая о состоянии курортов, отметил, что «основным и глубоким недостатком Кавказских курортов является то обстоятельство, что курорты, особенно Пятигорск и Кисловодск, превратились в обычные советские города, где жизнь курорта отступила на задний план» [1. Л. 11].

Хозяйственную и лечебную функции курортного региона Кавказские Минеральные Воды и городов-курортов в начале 20-х годов XX в. определили ряд правительственных документов, принятых в 1921 г. К таким документам относятся: Декрет Совнаркома РСФСР «О домах отдыха», по которому предусматривалось создание широкой сети Домов отдыха в стране; Постановление Советского правительства о передаче всех помещений, пригодных для устройства санаториев, в ведение Управления Кавказских Минеральных Вод; Постановление СНК по определению финансово-хозяйственной деятельности курортов в условиях НЭПа (1921-1929 гг.); Декрет ВЦИК и СНК «Об управлении лечебными местностями (курортами) общественного значения».

В очередном постановлении СНК от 11 июня 1921 года [7] говорилось: «В целях создания условий для массового курортного лечения, в месячный срок освободить на Кавминводах и др. курортах общегосударственного значения все помещения и здания, пригодные для устройства санаториев, занимаемые советскими учреждениями, включая военные, и служащими, не связанными с курортным лечением или производственными отношениями с курортами, и передать их в ведение курортных управлений». Так был решен вопрос жилого фонда санаториев. Таким образом, данное постановление значительно повлияло на развитие материально-технической базы возрождаемых санаториев.

В течение 1921 г. количество лечебных учреждений на курортах Кавказских Минеральных Вод значительно увеличилось. Если в начале курортного сезона этого года в Ессентуках действовало три санатория, то к концу года на курорте уже насчитывалось восемь санаториев на 1520 коек. В Железноводске в курортный сезон функционировало восемь санаториев на 1166 коек. Всего в лечебный сезон было 1751 больных, отпущено 27 324 разных лечебных процедур.

Постановлением СНК от 24 января 1922 года «О курортном лечении трудящихся и об эксплуатации курортов» были определены условия хозяйственной деятельности курортов Кавказских Минеральных Вод и впервые названо ВЦСПС органом, участвующим в распределении койко-

мест на курортах. В рассматриваемый нами период на КМВ остро стояли и вопросы розлива и продажи минеральных вод. В дореволюционное время число полубутылок минеральной воды, отправленной на продажу, с каждым годом росло, составив в 1916 г. 18 946 327 полубутылок. Затем началось резкое снижение продажи воды и в 1919 г. составило 5 606 456 полубутылок. Это было связано с ухудшением работы транспорта и уменьшением поставок «купоренных» материалов. В 1921 г. Управление Кавказских Минеральных Вод имело в наличии лечебных минеральных вод всех сортов 618 987 полубутылок. В 1921 г. предполагалось продать около 4 000 000 полубутылок различных минеральных вод [2]. В 1922 году на Кавказских Минеральных Водах было образовано специальное предприятие «Кавминэкспорт».

Изменения в развитии курортов КМВ в 1922 г. внес совместный декрет ВЦИК и СНК от 12 октября, по которому на Кавказских Минеральных Водах были образованы так называемые «курортные городки»; разграничены территории между курортным Управлением и местными властями. В пределах границ этих городков были национализированы здания и сооружения, а также образованы госпитали-санатории, установлены специальные режимы как для общего порядка, так и санитарной охраны [5].

Также в 1922 году проводились научные работы по определению специализации курортов. В открытой в 1922 году Кисловодской клинике им. Ленина научные работы сотрудников были связаны с применением нарзанных ванн при различных заболеваниях сердечно-сосудистой системы. Доктор В.В. Владимирский определил профиль Железноводского курорта как питьевой, бальнеологический при лечении болезней желудка, пе-

чени, мочеполовых органов. К началу курортного сезона в Железноводске было оборудовано три санатория на 275 мест.

Новым декретом СНК от 13 марта 1923 года [4] было организовано Главное курортное управление народного комиссариата здравоохранения, которое возглавил нарком здравоохранения Н.А. Семашко. Декретом назначались особо уполномоченные по курортам общегосударственного значения, в том числе и по Кавказским Минеральным Водам. Курорты переводились на хозрасчет.

В целом в первой половине 20-х гг. XX в. сеть санаторно-курортных учреждений на Кавказских Минеральных Водах значительно расширилось. В 1922 г. в Пятигорске начал действовать военный санаторий им. Лермонтова, в 1923 г. — санатории № 1 им. Н.И. Пирогова, № 2 «Медсантруд», «Красная работница», «Горячий Ключ». Под курортный городок в Пятигорске было выделено 101 здание и казенный сад. В Ессентуках к началу курортного сезона 1923 г. начали работать 16 санаториев и пансионатов на 1 605 коек; была восстановлена грязелечебница, открыта курортная поликлиника, отремонтированы Верхние и Нижние минеральные ванны, Цандеровский институт механотерапии, павильоны минеральных источников, возобновили свою деятельность Электросветовой Институт доктора М.С. Зернова, лаборатория и диетическая столовая «Товарищества врачей, практикующих на Кавминводах». В бывшем «Казенном санатории» доктора Киселева открылся санаторий имени Свердлова на 225 коек. Всего за год в Ессентуках получило лечение 8 054 человека [9]. В Железноводске летний сезон продолжался с 15 мая по 1 октября. В этот период в курортном городке функционировало до 300 усадеб, действовало пять санаториев на базе старых дач и пансионатов, Дом отдыха, три пансионата, бальнео- и физиотерапевтические лечебницы на 2400 процедур в день, электросветолечебный кабинет на 60 процедур в день, курортная поликлиника. На Кисловодском курорте были восстановлены бальнеологические учреждения, развернуто 19 санаториев с общим фондом в 1 797 коек. Стала работать курортная поликлиника, которая в первый же год обслужила 2 693 амбулаторных больных. В этот год в Кисловодске побывало 8 712 больных.

В 1924 году уже можно было говорить о существовании единой государственной системы, обслуживающей трудящихся на началах широкой доступности, а санаторно-курортная помощь заняла определенное место в системе советского здравоохранения. Санаторно-курортный комплекс входил в систему народного хозяйства и по характеру организации, источникам и правилам финансирования был государственным. Являясь неотъемлемой частью системы здравоохранения, санаторно-курортный комплекс базировался на четырех основных принципах: преемственность, доступность, профилактическая направленность и комплексный подход. Для него были характерны минимизация затрат, стандартизация обслуживания и сравнительно высокий уровень медицинской помощи [10].

В 1924 году сеть санаториев на курортах КМВ продолжала расширяться. В Пятигорске были открыты санатории № 3, «1 Мая», № 4 «Большевик», № 30 ВЦСПС имени М.И. Калинина. В Ессентуках санатории им. Свердлова и им. Парижской Коммуны передаются Главным Курортным Управлением Наркомздрава РСФСР в аренду Центральному Управлению Соцстраха (Цусстрах) для лечения застрахованных больных. Тресты «Азнефть», «Грознефть», наркоматы связи, железнодорожного транспорта, военное ведомство имели свои санатории в Ессентуках. В Железноводске в летний сезон были восстановлены сильно разрушенный санаторий «Горный воздух», который получил название клинический санаторий им. Зиновьева, а также казенная гостиница на 150 номеров. В Кисловодске начал действовать санаторий «Луч» на 210 мест, были открыты санатории «Красный шахтер» на 250 коек — одна

из первых профсоюзных здравниц, «Красный Октябрь» на 260 коек и «Стеклянная струя» на 140 коек [9].

Таким образом, в середине 20-х годов XX в. на Кавказских Минеральных Водах действовало более полусотни санаториев и пансионатов. Многие из них были небольшие по вместимости, но в них осуществлялась значительная работа не только по лечению больных, но и по отработке новых методов лечения больных. В Ессентуках действовало 19 санаториев на 1 605 коек, в Кисловодске — 19 санаториев на 2 415 коек и 3 пансионата на 322 койки. Функционировавшие в середине 20-х годов курорты, становились все более популярными в стране. Наметились тенденции не только по реконструкции имеющихся национализированных зданий, но и строительству новых здравниц и корпусов за счет средств государства, ведомств и общественных организаций. Основным принцип эксплуатации курортов Кавказских Минеральных Вод в середине 1920-х годов, как и вообще курортов СССР, — стала возможна более широкая доступность их населению и удешевление курортного лечения на началах самоокупаемости. Постоянно росла численность отдыхающих в регионе. Так, если в 1914 г. на курортах побывало 4 192 человека, то в 1921 г. уже 13 434, в 1922 г. — 7 562, в 1923 г. — 23 381, в 1924 г. — 37 471 человек [9].

В 1925 году было принято еще несколько правительственных постановлений, касающихся рекреационной деятельности и курортов. Так, на XII съезде Советов в Постановлении от 11 марта 1925 года была отмечена необходимость дальнейшего расширения курортного лечения и придания ему соответствующих организационных форм. На этом же съезде ВЦИКу поручили рассмотреть вопрос о дополнительном выделении ассигнований на курортное дело. В принятом специальном Постановлении СНК СССР говорилось: «Установить применительно к положению о трестах следующие хозяйственно самостоятельные объединения из числа курортов, имеющих общегосударственное значение: Кавказские Минеральные Воды, Сочи-Мацеста, Южный берег Крыма, Евпатория, Саки».

В этом же году продолжилось развитие сети санаторно-лечебных учреждений на курортах Кавказских Минеральных Вод. В Пятигорске

Елизаветинскую галерею переименовали в Академическую в честь 200-летия Российской Академии наук. В курортной зоне Ессентуков была создана первая в СССР диетическая столовая. Для Железноводского курорта работники Московской клиники Института питания разработали схему столов лечебного питания. К лечебному сезону были отремонтированы санатории «Находка» на 65 коек и бывший детский санаторий им. Крупской, который с 1 июля того же года был перепрофилирован из детского в женско-детский. Таким образом, общее число коек в Железноводске достигло 555 мест. Стали действовать так называемые Народные ванны — два купальных бассейна на открытом воздухе. Всего на курорте имелось 13 источников минеральной воды с общим дебетом в 1,2 млн литров в сутки. В Кисловодске в сезон 1925 года был открыт санаторий им. А.М. Горького на 350 мест. Начала работать клиника им. Ленина на 150 коек. Были открыты санатории им. А.В. Луначарского на 195 коек, им. Красных партизан на 350 коек, «Минутка» на 150 коек. Всего в 1925 г. на Кавказских Минеральных Водах число отдыхающих достигло 44 431 человек [9].

1926 год явился периодом коренной реорганизации курортов региона КМВ. Они перешли постепенно в течение года на положение самостоятельного треста под названием Курортного объединения, пользующегося правом юридического лица и действующего применительно к нормам, уставленным для государственных промышленных трестов [10]. Заработанные деньги шли на развитие курортного дела и на улучшение быта работников.

В 1926 г. впервые в курортной практике страны на Кавказских Минеральных Водах была введена абоне-

ментно-курсовая система лечения. Абонементы (курсовки) делились на следующие категории:

- а) лечение,
- б) лечение и питание,
- в) лечение, питание и проживание. Для таких больных открывались пансионаты.

В этом же году в Пятигорске на Лермонтовских ваннах доктором А.А. Крючковым был организован ингаляторий. В Ессентуках была проведена реконструкция галереи источника № 7. В Железноводске при курортной поликлинике было открыто детское отделение, над Смирновским источником построен новый капитальный павильон. В Кисловодске после реконструкции был открыт санаторий «Крепость» на 200 коек, принадлежавший ВЦСПС.

По постановлению ВЦИК в 1927 году за счет государства на Кавказских Минеральных Водах были открыты специально для крестьян санатории на 200 коек. В Пятигорске по проекту архитектора П.П. Еськова, под руководством инженера-строителя К.И. Кампуса над выходами Красноармейских нарзанов были построены бьюеты. В Железноводске начал работать электролечебный кабинет с пропускной способностью до 150 человек в день. Была расширена главная аллея, ведущая к Славяновскому и Смирновскому источникам, проведены параллельные аллеи. В Кисловодске практически были достроены Октябрьские ванны на 60 кабин. Всего в Кисловодске в 1927 году действовал 31 санаторий, из них 10 принадлежало Управлению курортами КМВ, а 21 — ведомствам.

В 1928 г. в Ессентуках была открыта курортная поликлиника, которая в первый же год работы приняла свыше 8 тыс. человек. Быстро росло число здравниц и количество отдыхающих в Железноводске. В связи с этим необходимо было увеличить запасы минеральной воды. Под руководством Н.Н. Славянова были проведены гидрогеологические работы на курорте, что увеличило дебит источников. Количество пролечившихся в Железноводске возросло до 7 521 человека.

В 1926–1928 гг. санаторно-курортный комплекс региона Кавказские Минеральные Воды включал 48 специализированных санаториев на 7,2 тысяч мест, 19 водолечебниц на 543 кабины, 4 курортные поликлиники. Курорты обслуживали до 73 тысяч человек [8]. В этот период начинают разрабатываться проекты районных планировок курортных районов, в том числе рекреационного района КМВ и генеральные планы городов-курортов.

Построенный в 1929 году в Железноводске завод жидкой углекислоты снабжал своей продукцией предприятия по розливу минеральных вод. В Железноводске из павильонов летнего типа недалеко от источника № 1 для детей по путевкам ВОКа был построен санаторий № 8 имени Димитрова на 85 коек. В Кисловодске в этом году было организовано экскурсионное бюро, которое явилось базовым для Кавказских Минеральных Вод, в Пятигорске был открыт его филиал, а в Ессентуках и Железноводске — туристические агентства. За год в Кисловодске отдохнуло 53 203 человека.

Последующий бурный размах нового строительства на курортах КМВ происходил в годы первых пятилеток, когда были построены прекрасные санатории, ваннные здания и другие лечебные учреждения [3].

Таким образом, в 20-е годы XX века города-курорты Кавказских Минеральных Вод превращаются в крупнейший санаторно-курортный комплекс страны. В первые годы социалистического строительства на курортах закладывались основы нового курортного лечения, совершенствовалась материально-техническая база курортов, а санаторное и амбулаторное обслуживание становилось основной формой организации рекреационной деятельности лечащихся.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ
СПИСОК**

1. ГАСК. ФР 1629. Оп. 1. Д. 18.
2. ГАСК. ФР 1629. Оп. 1. Д. 28.
3. ГАСК ФР 3063. Оп. 2. Д. 269.
4. Декрет СНК от 20 марта 1919 года «О лечебных местностях общегосударственного значения» // Известия ВЦИК. — 1919. — № 121.
5. Декрет ВЦИК и СНК «Об установлении в районе курортов КМВ замкнутых курортных городов» от 12 октября 1922 // Известия ВЦИК. — 17 октября 1922. — № 234.
6. Декрет СНК РСФСР от 13 марта 1923 г. «О реорганизации курортного дела» // Собрание Узаконений правительства РСФСР. М., 1923. — № 21, отд. 1. — С. 255–256.
7. Постановление ВЦИК и СНК «О курортах Крыма, Кавказа и Кубани» от 11 июня 1921 года // Постановления КПСС и Советского правительства об охране здоровья народа. — М., 1958. — С. 75–76.
8. Белозеров В.С. Кавказские Минеральные Воды: эволюция системы городов эколого-курортного региона. — М., 1997. — 80 с.
9. Два века КМВ [Электронный ресурс]. URL: <http://www.regionkmv.ru/kmv/history04.html> (дата обращения: 8.02.2016).
10. Краснокутская Л.И., Михайленко В.И. Управление курортами Кавминвод (1803–2003): страницы российской истории. — Пятигорск, 2004. — 160 с.
11. Ованесов Б.Т., Судавцов Н.Д. Здравоохранение Ставрополя (1918–2005). — Ставрополь, 2007. — 544 с.

УДК 379.85

**Шальнев В.А. [Shalnev V.A.],
Ковалева Т. Г. [Kovaleva T.G.],
Настатуха Д.С. [Nastatukha D.S.]**

**ДРЕВНИЕ ОЛЕДЕНЕНИЯ
И ТРАНСФОРМАЦИЯ ВЫСОТНОЙ
ПОЯСНОСТИ СРЕДНЕГОРНЫХ
И ВЫСОКОГОРНЫХ ЛАНДШАФТОВ
ЗАПАДНОГО КАВКАЗА
(НА ПРИМЕРЕ ДОЛИНЫ ГОНДАРАЙ)**

**Ancient glaciation and transformation
of altitudinal zones of medium and high
mountain landscapes of Western Caucasus
(for example, Gondaray Valley)**

Фундаментальные исследования четвертичных оледенений Западного Кавказа проводились в 40–60-е годы XX века (А.Л. Рейнгард, Г.К. Тушинский, И.Н. Сафронов и др.). На примере долины реки Теберды были представлены модели оледенения разных авторов. Исследования, проведенные в настоящее время в долине реки Гондарай, позволили уточнить этапы формирования стадияльных морен верхнечетвертичных оледенений и впервые создать палеогеографическую модель трансформации высотных геоботанических поясов для каждого этапа отступления ледников. Современные тенденции динамики ледников и изменения биотических компонентов регионов связаны с потеплением климата и факторами хозяйственной деятельности человека.

Ключевые слова: четвертичные оледенения, депрессия снеговой границы, стадияльные конечные морены, «озерные четки», высотные геоботанические пояса (ВГП), трансформация ВГП.

Fundamental research of Quaternary glaciations in the West Caucasus conducted in the 20th century between 1940's and 1960's. For example the Teberda river valley glaciation models of different authors were represented. Research, presently conducted in the Gandaray river valley allowed to clarify the steps of formation of recessional moraines of upper quaternary glaciations and for the first time to create a paleogeographic model of transformation of the altitudinal geobotanical zones for each stage of glacial retreat. Modern tendencies in the dynamics of glaciers and changes in biotic components of the regions are linked to global warming and factors of human activities.

Key words: quaternary glaciation, depression snow boundary, stadial terminal moraines, «lacustrine rosary», tall geobotanic zones, transformation of tall geobotanical zones.

Первые результаты исследований древних оледенений Большого Кавказа были опубликованы в работах И.В. Мушкетова [5], П. П. Пятницкого [7] и А.Л. Рейнгарда [8]. А.Л. Рей-

гард на примере долины Теберды впервые выделяет три стадии отступления ледников: Тебердинскую, Гоначхирскую и Аманаузскую и проводит их сравнительный анализ с данными исследований Альпийских гор. Более детальные исследования древних оледенений, проведенные Г.К. Тушинским [11] также в долине реки Теберды, позволили дополнить материалы о древних оледенениях Западного Кавказа и подчеркнуть их региональное своеобразие. Им было выделено уже шесть стадий отступления ледников верхнечетвертичного времени: Каракельская, Гоначхирская, Аманаузская, Алибекская, Птышская и Чотчинская.

Итоги дискуссии о древних оледенениях Западного Кавказа подвел И.Н. Сафронов в своих работах по геоморфологии Северного Кавказа [9,10]. На той же самой модели долины Теберды им выделяется три этапа этих оледенений: нижнечетвертичное, среднечетвертичное и верхнечетвертичное. Нижнечетвертичное оледенение он называет «Кубанским». Его ледники достигали г. Карачаевска. Следы этого оледенения, по мнению автора, не сохранились. Последовавшая за этим межледниковая эпоха была довольно продолжительной и ледники, видимо, отступали до границ современного оледенения.

Ледники среднечетвертичного этапа оледенения были короче. Они заканчивались перед эрозионными ущельями Передового хребта. Конечные морены здесь фактически не сохранились, но они подтверждаются «озерными четками» в районе Нижней Теберды, а так же поселков Эльбрусского и Карт-Джурта в верховьях Кубани, где описаны фрагменты VIII-й среднечетвертичной террасы. Конечные морены верхнечетвертичного оледенения хорошо сохранились внутри трога долины Теберды. Автор выделяет две фазы отступления – Джемагатскую и Каракельскую. Первая фаза имела две стадии отступления ледников – Джемагатскую и первую Каракельскую. Стадиальные морены фиксировали длину ледников в 29–32 и 26 км соответственно. Во второй фазе выделяется три стадии отступления ледников: вторая Каракельская, Гоначхирская и Аманаузская. Постаманаузские стадии отступления ледников И.Н. Сафронов не описывает.

Во второй половине XX века основное внимание уделялось современному оледенению Северного Кавказа [2] и его отдельным регионом [4]. Опубликована интересная работа о колебании ледников Северного Кавказа за XIX–XX столетия [6], в которой отмечается устойчивая тенденция уменьшения площади оледенения, так как размеры существующего оледенения не соответствуют современным климатическим условиям. За указанный период наблюдения общая площадь ледников сократилась на 706,5 км² или 47,1 %. В бассейне Кубани эти величины не превышают 39 %, а в бассейне Самура достигают 66 %. Оледенение распределяется неравномерно в виде «узлов» оледенения. Всего их на Большом Кавказе 15. Гондарайский ледник входит в Гвандрский «узел» оледенения площадью 40,4 км².

Исследования четвертичных оледенений и особенностей трансформации высотной поясности ландшафтов в эту эпоху проводились в пределах долины реки Гондарай, которая при слиянии с рекой Махар формирует один из истоков Кубани – реку Учкулан. Река Гондарай берет начало из ледника того же названия, расположенного на северном склоне Главного Кавказского хребта. После впадения в нее правого притока реки Индрюкой, берущего начало из ледника Гвандра, долина реки приобретает меридиональный характер простираения и имеет типичную форму ледникового трога, сформировавшегося в пределах эрозионно-тектонического разлома Бокового хребта.

На днище троговой долины хорошо сохранились стадияльные конечные морены верхнечетвертичного оледенения. После слияния Гондарая с рекой Махар располагается конечная морена, которая коррелируется с Гончирской стадией оледенения долины Теберды. Длина ледника здесь достигала 16,0–16,5 км. Стадияльная конечная морена формировалась на абсолютных высотах 1650–1660 м. Вверх по течению реки образовалась «озерная четка» на месте бывшего моренного озера, сложенная флювиогляциальными и аллювиальными отложениями. Вторая морена Аманауской стадии расположена у моста через Гондарай на высоте 1790–1797 м над у.м. Длина этого ледника достигала 9,6–9,8 км. Конечная

морена также хорошо фиксируется «озерной четкой» бывшего древнего ледникового озера.

При слиянии рек Гондарая и Индюкоя сохранились следы размытой срединной морены (высота 1850–1855 м). Вверх по течению реки Гондарай через 2,5 км сохранились следы конечной морены, которая по Г.К. Тушинскому соотносится с Алибекской стадией оледенения. Только высота стадияльной морены над у.м. здесь достигает 2060–2067 м (в верховьях реки Теберды высота такой морены составляет 1700 м над у.м.). Далее после крутого подъема у начала Гондарайского цирка размещается конечный моренный вал, возраст формирования которого коррелируется с Птышской стадией оледенения [11]. Длина этого ледника достигала 3,5 км.

После ледниковой эпохи отмечались незначительные колебания климата. Около 6000–2500 лет до н.э. наступил климатический оптимум, что определило отступление ледников к границам современного уровня. Он получил название атлантического времени. Затем наступает период небольшого похолодания суббореального времени с положительной динамикой ледников. С V века до н.э. до XIII в. нашего времени началось субатлантическое время относительного потепления. Это было время активного освоения человеком среднегорных и высокогорных ландшафтов верховий Кубани. Примером может быть государственное образование аланов, у которых были хорошие связи с Византией. Граница снеговой линии достигала современного уровня, а может быть и более высоких отметок.

Последующие несколько сотен лет отметились очередным похолоданием, получившим название «малого ледникового периода». На фоне понижения температур отмечался рост длины ледников и активизация лавинной деятельности в высокогорных и среднегорных районах Западного Кавказа. Последний фактор, по мнению Г.К. Тушинского [12], способствовали ослаблению аланского государства в связи с потерей больших площадей пастбищ в верховьях Кубани. В это время ледники формировали небольшие стадияльные морены. Длина ледника Гонда-

рай достигала 3050–3100 м. С XVII века началась устойчивая динамика отступления этого ледника. За период наблюдений с 1897 по 2006 годы (109 лет) ледник Гондарай отступил на 807 м. Ледник Гвандра за эти же сроки отступил на 560 м [6].

Наиболее полно палеогляциальные оледенения сохранились в пределах Гондарайского среднегорного ландшафта хвойных (елово-пихто-сосновых) лесов, произрастающих до высоты 2000–2100 м. Его северная граница фиксируется конечной мореной Гоначхирского оледенения. Ниже по течению долины реки Учкулан изменяются климатические условия, что определяет произрастание только сосновых лесов. Верхняя граница ландшафта на высоте 2250–2300 м в обширном Гондарайском цирке, днище которого представлено «озерной четкой», сложенной аллювиально-флювиогляциальными отложениями. Это пояс экотона верхней границы леса с произрастанием субальпийских лугов и березовых криволесий. В пределах ландшафта выделяется три высотных геоботанических пояса (ВГП):

- а) экотона днища долины с пастбищными лугами и ольхово-березовыми рощами вдоль русла реки. Ступенчатый продольный профиль состоит из «озерных четок» с конечными моренами Гоначхирской, Аманаузской, Алибекской и Птышской стадии отступления ледника и суженных участков днища долины с присклоновыми конусами выноса;
- б) хвойных лесов склонов торговых долин, представленных сосной с подростом ели на склонах западной экспозиции и елово-пихтово-сосновыми лесами на склонах восточной экспозиции. В верховьях долины Гондарая они приобретают кулисообразную форму. Разделяют их эрозионные ложбины с березовыми криволесьями и полянами луговой растительности;
- в) экотона верхней границы леса с березовыми криволесьями, сосновыми реколесьями и субальпийскими лугами в древних карах (рис 1).

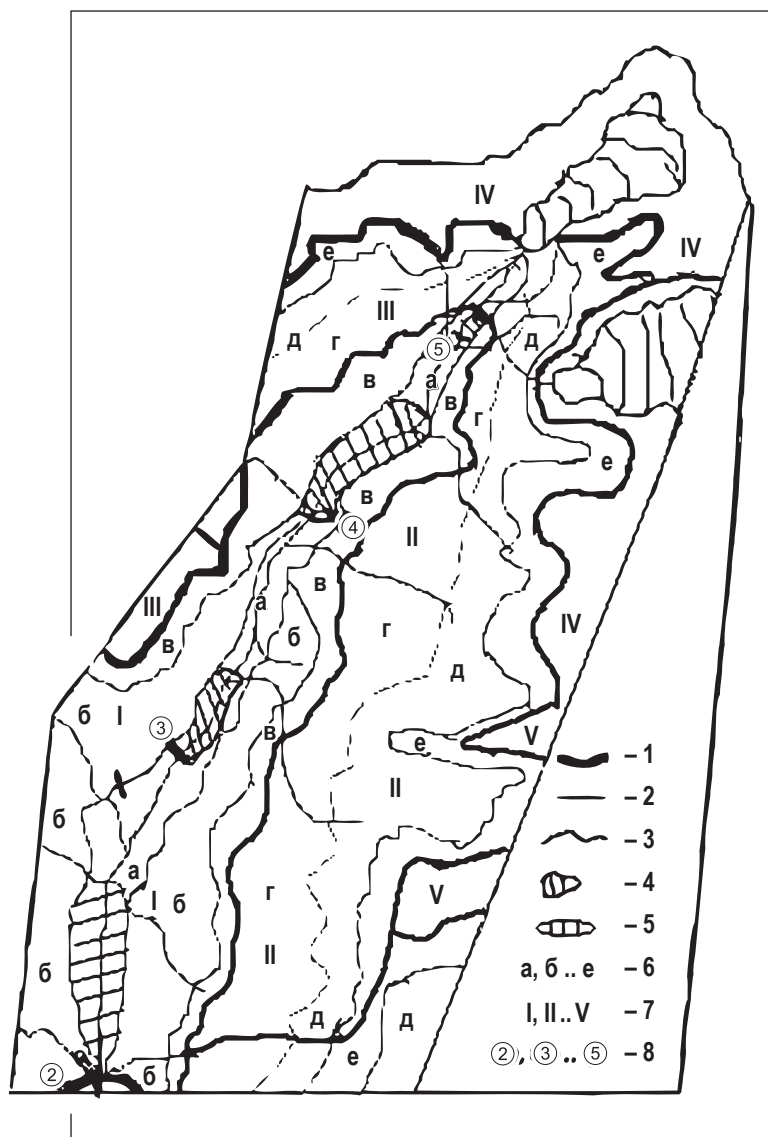


Рис. 1.

Высотные геоботанические пояса Гондарайского средне-горного ландшафта:

1 – границы ландшафтов; 2 – границы высотных геоботанических поясов; 3 – реки с «озерными четками»; 4 – ледники; 5 – «озерные четки»; 6 – высотные геоботанические пояса (описание см. в тексте); 7 – ландшафты бассейна Гондарая (название см. в тексте); 8 – стадияльные конечные морены (название см. на рис. 2)

Граничит Гондарайский ландшафт на юге и юго-западе с Гвандро-Гондарайским нивальным ландшафтом Главного Кавказского и частично Бокового хребтов (IV). На западе и востоке размещаются высокогорные ландшафты субальпийских и альпийских лугов – Акско-Джалпаккольский (III) и Махарский (II). У них выделяются следующие геоботанические пояса:

- г) субальпийских лесов;
- д) альпийских лугов;
- е) субнивальный [13].

Трансформацию высотной поясности ландшафтов изучаемого региона можно проводить с использованием данных о размещении стадияльных конечных морен, фиксирующих фазы и стадии отступления верхнечетвертичных ледников в верховьях Кубани и позволяющих определять депрессию снеговой границы, ее динамику во времени по сравнению с современной. Используя методику Л.А. Варланиянца, Г.К. Тушинский [11] и И.В. Сафронов [9] приводят следующие данные депрессии снеговой границы на примере долины реки Теберды: Гоначхирская стадия 550–600 м, Аманаузская 350–400 м, Алибекская 240 м, Птышская 130 м, Чотченская 80 м. Депрессия снеговой границы «малого ледникового периода» близка к Четченской стадии. Ее величина составляла 70–75 м.

Снижение границы снеговой линии влияло на формирование ВГП, которые в определенной степени повторяли ранее существующие, но уже с границами, имеющими другие высотные показатели. При отступании ледников повышение границы снеговой линии определяло изменение границ высотных геоботанических поясов с постепенным приближением их к современным границам. В основе таких трансформаций высотной поясности лежит *закон эргодичности*. Его сущность связана с тем, что временные состояния эргодичных природных систем прошлых эпох имеют пространственные аналоги в современной природе [1], отражая позиционно-эволюционный принцип последовательности формирования современных геосистем, их позиционного ряда.

Каждый высотный пояс при таянии ледников замещается поясом, расположенным ниже. Однако это будет не механическое перемещение высотных поясов с полным сохранением их свойств. Здесь уже действует вероятностно-статистический принцип интеграции набора компонентов геосистем, имеющих новые пространственно-временные особенности и учитывающих стахостичность и стационарность физико-географических процессов. Поэтому современные высотные геоботанические пояса ландшафта представляют собой исторически сложившиеся геосистемы, в которых накоплена информация разных временных отрезков. Примером могут служить биоценозы субальпийской растительности, формирующих в современных ландшафтах три уровня размещения: высококотравные луга на днище долины рек, в пределах пояса экотона верхней границы леса и собственно луга субальпийского пояса. Второй пример связан уже с орографической границей снеговой линии, которая отражает уровень нижней границы отдельных снежников подчиненных определенным формам рельефа, в пределах которых сохраняются биоценозы альпики. В долине Гондарая её высота составляет 2560 м, а в Теберде 2400 м [8]. Эти границы соответствуют современному субальпийскому ВГП. Третий пример связан с плечами троговых долин, которые по данным И.Н. Сафронова [9] являются остатками днищ речных долин эпохи нижнечетвертичных оледенений.

На рисунке 2 показана трансформация высотной поясности в эпоху верхнечетвертичных оледенений, здесь обозначены все стадияльные конечные морены долины Гондарая. Слева на вертикальной оси показаны абсолютные высоты размещения конечных морен, а на горизонтальной оси – длины ледников в километрах с учетом современной длины ледника Гондарая. В верхней части профиля размещены данные современной границы снеговой линии высотой 3240 м (Е), а ниже депрессия снеговой линии в периоды разных стадий отступления ледника (А-Д). Над продольным профилем долины Гондарая (М-Н) размещены диаграммы ВГП палеоландшафтов времени формирования стадияльных морен. Ниже профиля пунктиром показаны высотные пояса разных

стадий оледенения вплоть до современной, которые формировались на склонах долины Гондарая в районе стадиальной морены Гоначхирского оледенения (см. на профиле значок ①).

Заключительный этап трансформации высотных геоботанических поясов происходит в последние 100–129 лет. Во-первых, это связано с потеплением климата и ростом увлажнения, что определило, с одной стороны, таяние ледника со средней скоростью 7,4 м в год и поднятия нижней границы снега на 50 м; с другой стороны – расселение ели, которая начала замещать сосну не только на днище долины, но и на склонах троговой долины до высоты 1700–1850 м. Особенно активно этот процесс идет на месте вырубок леса. Во-вторых, для расширения площадей пастбищ были вырублены сосновые леса нижней части склонов и днища долины. Бесконтрольный выпас скота привел также к обеднению видового состава субальпийских лугов и распространению антропофитов.

Для исследования луговой растительности пастбищ днища долины были заложены 5 пробных площадки вверх по профилю реки от Алибекской стадиальной морены до современной донной морены ледника. В ходе исследования было выявлено всего 46 видов травянистой растительности. Количество видового разнообразия растительности ценозов показано на диаграмме (рис. 3).

Наибольшее разнообразие видов отмечено на двух площадках, расположенных у верхней границы сосновых лесов в районе Алибекской стадиальной морены ① и верхней границы ее «озерной четки». Здесь отмечено 5 общих видов: *Alchemilla vulgaris*, *Phleum pratense*, *Trifolium montanum*, *Myosotis amoena*, *Potentilla reptans*. На второй площадке чуть больше видов, но растительность низкорослая (средняя высота 7–12), что связано с интенсивным выпасом крупного рогатого скота. Здесь распространены устойчивые к вытаптыванию и поеданию скотом виды: *Urtica urens*, *Rumex confertus*, *Potentilla reptans*, *Carduus crispus*. Третья площадка размещается на крутом перепаде высот днища долины между Алибекской и Птышской стадиальными моренами. Количество видов здесь сокращается. Состояние же соответствует площадке 2. Площадка 4 зало-

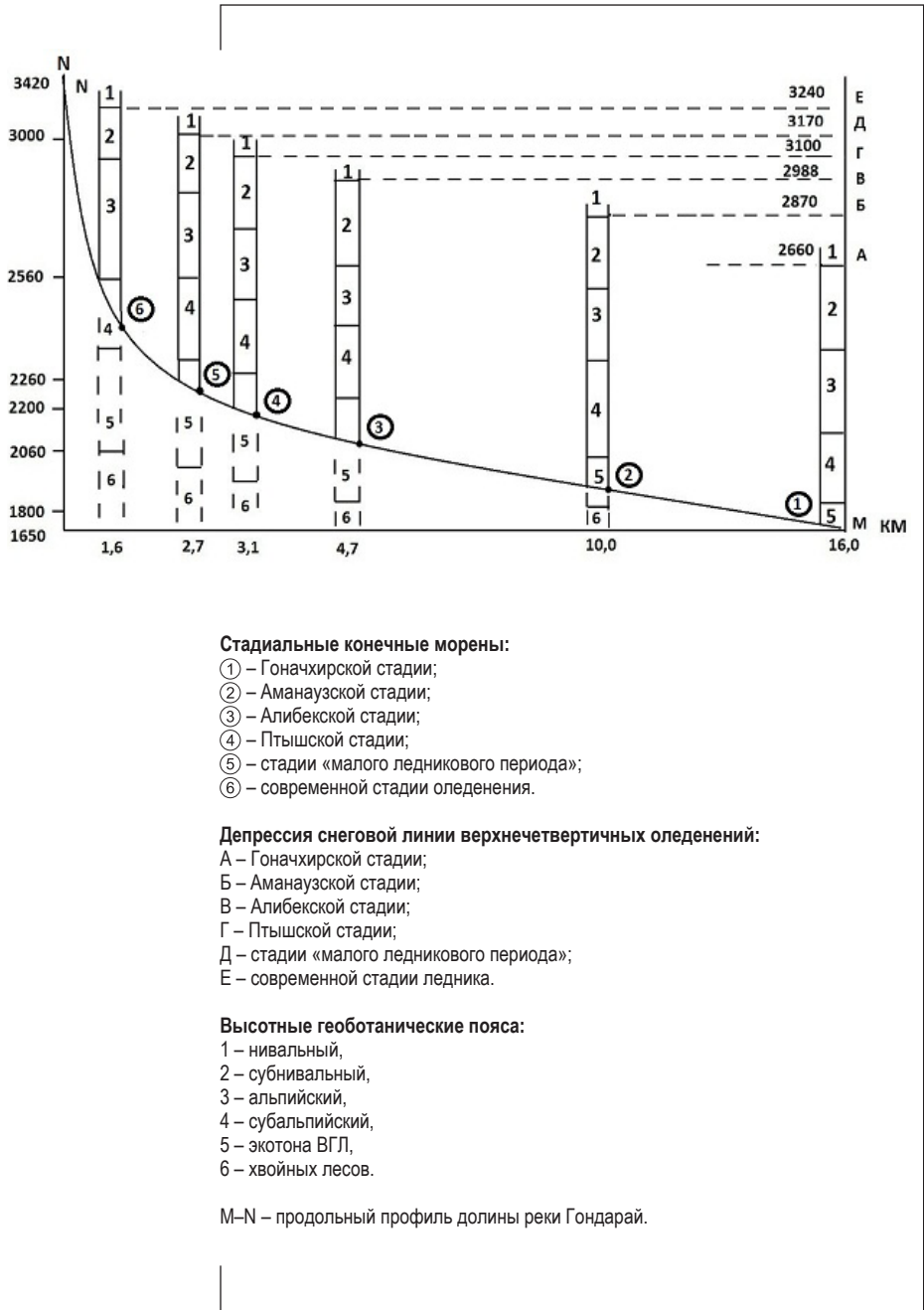


Рис. 2. Профиль долины Гондарай со стадийными моренами и высотными геоботаническими поясами в эпоху верхнечетвертичных оледенений.

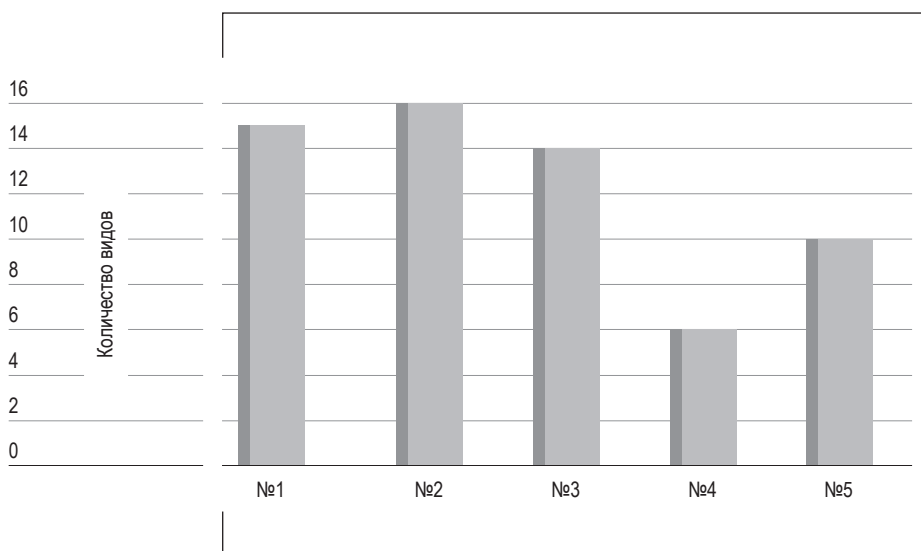


Рис. 3. Видовое разнообразие растительности верховий реки Гондарая.

жена на морене «малого ледникового периода». Это верхний предел высотного пояса экотона верхней границы леса. Доминирует здесь береза, *Rhododendron caucasicum* и *Vaccinium myrtillus*. Реже встречается *Sorbus*. Произрастает также *Alchemilla vulgaris*, которая встречается на всех пробных площадках. Площадка 5 находится на территории современной донной морены ледника с растительностью, напоминающей субнивальный пояс. Травянистая растительность здесь еще не полностью заселила данный участок и имеет слабое проектное покрытие. Широко распространены мхи и снежники – перелетки.

В растительности пастбищных лугов преобладают семейства *Asteraceae* и *Poaceae*, а в структуре растительного покрова много видов сорной растительности: *Rumex confertus*, *Urtica urens*, *Heracleum sphon-*

dylum, *Carduus nutans*, *Carduus crispus*, *Senecio vulgaris*. Наибольшее их количество выявлено на площадках 1, 2 и 3.

Наблюдения беспозвоночных экологической группы хортобионтов проводились на тех же площадках, где исследовалась травянистая растительность (1, 2, 3), кроме площадки 4. Исследование проводилось путем отлова беспозвоночных экологической группы хортобионтов методом кошения энтомологическим сачком. Количественный учет беспозвоночных и их определение осуществлялось в результате камеральной обработки по методике К.К. Фасулати [13].

Площадка 1 заложена в елово-сосновом лесу с полянами луговой растительности на высоте 2060 м над у.м. Отловленные насекомые в количестве 71 особей представлены следующими доминантными видами: *Otiorhynchus tatarchani*, *Gastroidea viridula*, *Rhagonycha limbata*, *Polymerus(Poeciloscytus) cognatus*, *Decticus verrucivorus*. Луговая площадка 2 располагалась в верхней части озерной четки на высоте 2070 м над у.м. Общее количество особей насекомых травяного покрова здесь составляет 54. Среди насекомых доминируют виды *Otiorhynchus bideutatus*, *Zacladus geranii*, *Otiorhynchus dentatibia*, *Gastroidea viridula*, *Decticus verrucivorus*, *Stauroderus scalaris*. Встречается также сибирская кобылка (*Aeropus sibiricus*). На площадке 3 (выс. 2130 м) было отловлено 27 особей. Доминантными видами насекомых являются: *Rhagonycha limbata*, *Polymerus (Poeciloscytus) cognatus*, *Gastroidea viridula*, *Decticus verrucivorus*. Площадка 4 находилась у конечной морены «малого ледникового периода» на высоте 2250 м над у.м. Всего было отловлено 19 особей. Доминантными видами насекомых являются *Polymerus(Poeciloscytus) cognatus*, *Rhagonycha limbata*, *Gastroidea viridula*, *Decticus verrucivorus*.

Наибольшее видовое разнообразие получили представители отряда *Coleoptera*. Среди них – семейство листоедов *Chrysomelidae*. У отряда *Orthoptera* встречаются бескрылые кобылки, а также каменная кобылка – *Nocaracris cyanipes*. Наибольшее число видов кузнечиковых принадлежит

роду *Pholidoptera*. Представители отряда *Hemiptera* широко представлены видами семейств *Miridae* и *Pentatomidae*.

Наиболее часто встречаемыми видами беспозвоночных экологической группы хортобионтов были: *Gastrocdea viridula*, *Rhagonycha limbata*, *Polymerus(Poeciloscytus) cognatus*, *Decticus verrucivorus*. При сравнении видового состава беспозвоночных на площадках было выявлено 4 общих вида – *Gastrocdea viridula*, *Rhagonycha limbata*, *Polymerus(Poeciloscytus) cognatus*, *Decticus verrucivorus*.

Несмотря на различия высотных показателей площадок, отмечается большое однообразие беспозвоночных и практически полное доминирование сем. *Chrysomelidae* (86 % от общего числа). Однообразна и видовая структура. Доминируют взрослые особи *Gastrocdea viridula*. Такая структура населения беспозвоночных является результатом сильной пастбищной нагрузки.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Боков В.А. Пространственно-временная организация геосистем. – Симферополь, 1983.
2. Ефремов Ю.В., Панов В.Д., Лурье П.М., Ильичев Ю.Г., Панкова С.В., Лутков Д.А. Орография, оледенение, климат Большого Кавказа: опыт комплексной характеристики и взаимосвязей. – Краснодар: Издательство КГУ, 2007.
3. Ильичев Ю.Г., Салпагаров А.Д. Снежный покров, снежники, ледники, горные озера – холодное богатство Карачаево-Черкессии. – Теберда, 2009.
4. Лурье П.М., Панов В.Д., Ильичев Ю.Г., Салпагаров А.Д. Снежный покров и ледники бассейна реки Кубани. – Кисловодск, 2006.

5. Мушкетов И.В. Геологический очерк ледниковой области Теберды и Чхалты на Кавказе / Тр. Геологического факультета. Т. XIV. 1896. № 4.
6. Панов В.Д., Ильичев Ю.Г., Салпагаров А.Д. Колебания ледников Северного Кавказа за XIX–XX столетия. – Кисловодск: Изд-во Северо-Кавказ. МНЛ, 2008.
7. Пятницкий П.П. Геологические исследования между р. Марухом и р. Баксаном / Тр. Геологического комитета. Т. XXII. 1905. Вып. 2.
8. Рейнгард А.Л. К вопросу о ледниковом периоде Кавказа. Изв. Кавказ. отд. Русского географического общества. 1913–1914. Вып. 1.
9. Сафронов И.Н. О древнем оледенении Северо-Западного Кавказа. Сб. трудов СГПИ. – Ставрополь, 1960.
10. Сафронов И.Н. Геоморфология Северного Кавказа. – Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ, 1969.
11. Тушинский Г.К. Геоморфологический очерк Тебердинского государственного заповедника / Тр. Тебердинского государственного госзаповедника. – Ставрополь, 1957.
12. Тушинский Г.К. Ритмы в динамике оледенения и снежности. Кавказа // Информ. сб. работ по МГГ. – 1959. – № 4.
13. Шальнев В.А. Колесниченко А.Е. Ландшафтоведение: учебное пособие. – Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2013.
14. Фасулати К.К. Полевое изучение наземных беспозвоночных. 1971.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

«НАУКА. ИННОВАЦИИ. ТЕХНОЛОГИИ», №1, 2016

УДК 579.6

Андрусенко С.Ф. [Andrusenko S.F.],
Бегдай И.В. [Bagday I.V.]

РАЗРАБОТКА ОПТИМАЛЬНЫХ МЕТОДОВ РЕГЕНЕРАЦИИ ПОЛУЖИДКОЙ ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

Development of optimum methods of regeneration of the semi-fluid nutrient medium

Было изучено изменение компонентного состава и физико-химических параметров питательной среды до и после культивирования бифидумбактерии. Разработаны методы очистки отработанных питательных сред от продуктов метаболизма и апробированы различные способы восстановления питательных сред на процессы регенерации. Полученные данные свидетельствуют о возможности восстановления первоначальных свойств питательной среды за счет восстановления ее нейтральной реакции. Наиболее эффективными являются физико-химические методы регенерации с использованием полупроницаемых мембран. Регенерированные питательные среды могут быть использованы на микробиологических и биохимических производствах. Данные исследования позволяют сделать процесс использования питательных сред экономически выгодным, так как позволят значительно снизить затраты на приготовление питательной среды и ее утилизацию за счет возможности увеличения кратности использования питательных сред.

Ключевые слова: регенерация, питательная среда, бифидумбактерии, метаболизм, культивирование.

We studied the changes of the component composition and physico-chemical parameters of the nutrient medium before and after cultivation of bifidobacteria. Developed methods for purification of spent growth media from products of metabolism and tested different methods to restore nutrient media for regeneration. The data obtained indicate the possibility of restoring the original properties of nutrient mediums by restoring its neutral reaction. The most effective are physical and chemical methods of regeneration using semi-permeable membranes. Regenerated nutrient medium can be used for microbiological and biochemical industries. These studies allow us to make the process of using mediums cost effective because it will significantly reduce the cost of preparation of the nutrient medium and its disposal by the possibility of increasing the usage frequency of nutrient medium.

Key words: regeneration, nutrient medium, bifidobacteria, metabolism, cultivation.

В настоящее время вопрос получения культур различных микроорганизмов является весьма важным для многих отраслей народного хозяйства. Одним из основных условий получения высокого результата является правильно подобранная питательная среда для культивирования микроорганизмов [3, 8].

В питательные среды для культивирования микроорганизмов входят дорогостоящие ингредиенты животного и растительного происхождения. Литературные источники свидетельствуют о том, что к моменту достижения стационарной фазы в питательной среде, независимо от ее первоначального состава, остаются неиспользованными 80–85% ростовых и энергетических веществ и соединений [4]. Тем не менее, питательные среды зачастую используют однократно, а используемая в качестве субстрата питательная среда после отделения клеток или продуктов микробного синтеза утилизируются в виде фугата или фильтрата [5, 7].

При этом требуется провести стерилизацию с целью инактивации остаточной микрофлоры. Вполне естественно, что этот процесс сопровождается затратами тепловой энергии, ручного труда и так далее [8].

Более экономное расходование питательной среды возможно при использовании непрерывного культивирования, так называемого хемостата, при котором в основной питательной среде добавляется свежий бульон или различные гидролизаты и т.п., что позволяет частично восстановить ростовые свойства [2].

При культивировании микроорганизмов, помимо истощения питательной среды, важную роль играют продукты метаболизма, которые могут оказывать токсическое действие. Регенерация питательной среды предполагает подавление ингибирующих факторов роста микроорганизмов с целью ее неоднократного применения [6].

Возможность повторного использования отработанной питательной среды является весьма актуальной проблемой биотехнологии микробного синтеза, так как позволяет значительно снизить себестоимость продукции [1].

В связи с этим целью нашей работы была оптимизация методов регенерации отработанных питательных сред.

Предметом исследования являются, с одной стороны, подбор питательных сред, которые в дальнейшем необходимо регенерировать, а с другой – подбор методик и оптимизация очистки питательных сред, а также апробация полученных результатов.

Теоретическая и практическая значимость работы заключается:

- в обобщении практики исследования методов регенерации питательных сред, направленной на совершенствование научных рекомендаций, составляющих основу всеобъемлющего изучения данной темы;
- в выработке на основе полученного положительного практического опыта, предложений по совершенствованию и внедрению в практическую деятельность рекомендаций по подбору оптимальных методов регенерации отработанных питательных сред для последующего культивирования микроорганизмов.

Проводилось изучение изменения компонентного состава питательной среды КД-Блаурока в процессе культивирования бифидобактерий.

Бифидумбактерии культивировали при 37 °С в пробирках объемом 50 см³ (пробирки заливали на 1/3 объема), в течение 48 ч. Посевная доза составляла 1 % от объема питательной среды. После культивирования биомассу отделяли от полужидкой питательной среды на центрифуге при 10000 об/мин в течение 30 минут. Затем стерилизовали при 110 °С 1,5 атм. 30 минут.

Химический анализ питательной среды КД-Блаурока проводился до культивирования и после него в 5 повторностях. Анализ экспериментальных данных свидетельствует о снижении содержания питательных веществ в среде. В большей степени это касается источников азота: аминного азота снизилось на 13,69 %, альбумина на 16,05 %, общего азота на 1,04 %. В результате проведенного химического анализа основных показателей качества среды КД-Блаурока (количество лактозы, глюкозы, альбумина, аминного и общего азота, цистина) до культивирования бифидумбактерий и после него свидетельствует о весьма незначительном снижении их процентного содержания (рис. 1)

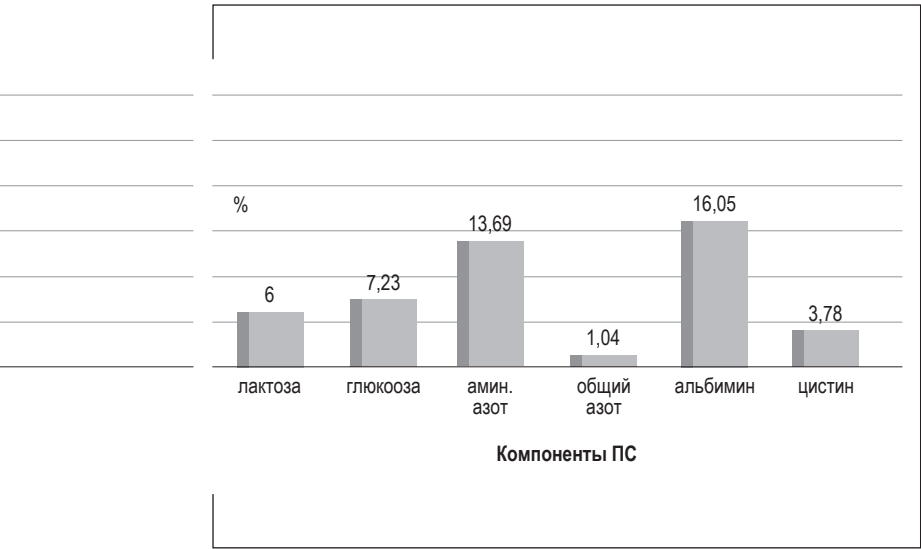


Рис. 1. Процентное снижение содержания компонентов питательной среды КД-Блаурока после культивирования *B. bifidum*.

В процессе культивирования бифидумбактерий в питательной среде накапливаются молочная и уксусная кислоты, которые являются неспецифическими ингибиторами роста этого микроорганизма. Проводился контроль накопления молочной и уксусной кислот. Установлено, что в процессе жизнедеятельности *Bifidobacterium* накапливается больше молочной кислоты (65 %), чем уксусной (35 %). Эти продукты метаболизма являются неспецифическими ингибиторами. Образование этих кислот приводит к значительному изменению pH. В свя-

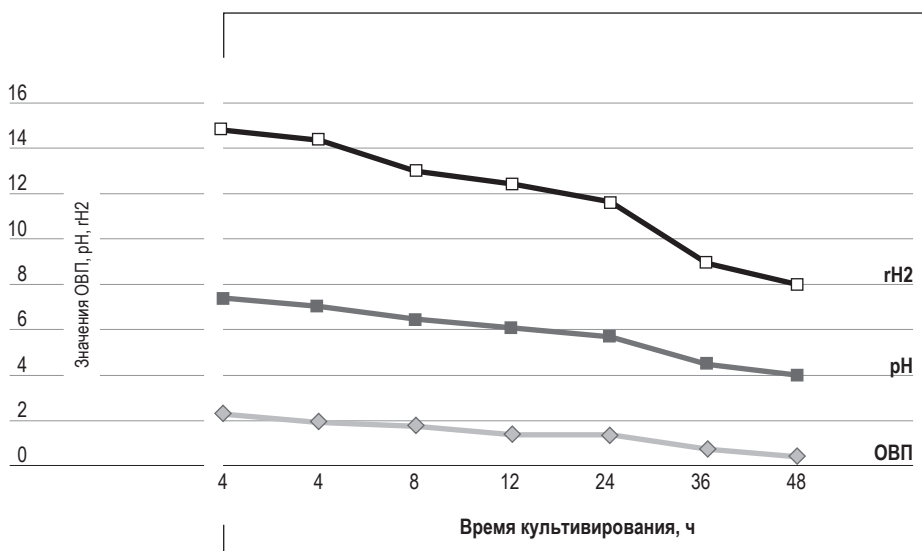


Рис. 2. Динамика изменения физико-химических параметров питательной среды КД-Блаурока.

зи с чем, изучалось изменение концентрации ионов водорода и ОВП при культивировании бифидумбактерий в течение 48 ч с интервалом в 4 ч (в течение 12 ч культивирования) и 12 ч (после 12 ч культивирования).

Учитывая то обстоятельство, что изменение pH коррелирует с изменением ОВП, мы отследили динамику этих процессов. Результаты исследований показали, что pH среды понижался от 7,2–7,4 до 4,0–3,5, ОВП от 2,2 до 0,5 mV. БП и rH₂ – физико-химические характеристики, показывающие зависимость pH от ОВП.

На рисунке 2 показана графическая зависимость pH, ОВП и rH₂ от времени.

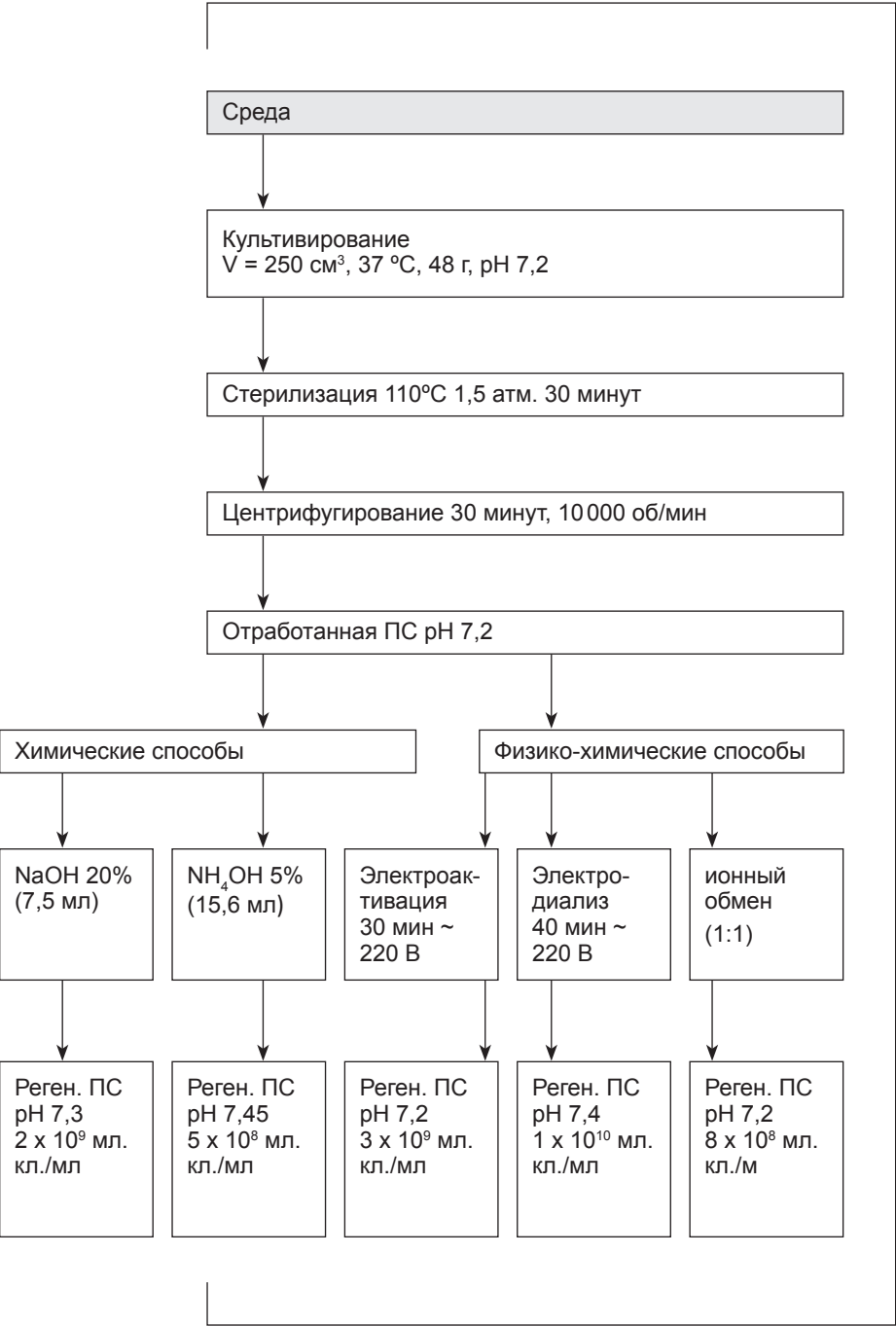


Рис. 3. Блок-схема регенерации питательной среды КД-Блаурока.

По полученным данным установлено, что к моменту достижения стационарной фазы в питательной среде независимо от ее первоначального состава остается неиспользованными 85–90 % ростовых и энергетических веществ и соединений. Таким образом, питательную среду целесообразно использовать повторно, предварительно регенерировав ее. Для регенерации питательной среды необходимо учесть, что в процессе жизнедеятельности бифидобактерий накапливается уксусная и молочная кислоты, в результате чего происходит понижение значения рН среды от 7,4–7,2 до 4–3,5. Оптимальное значение рН питательной среды для выращивания бифидумбактерий 7,2–7,4, а для регенерации среды необходимо повысить рН до оптимального.

Для коррекции концентрации ионов H^+ в отработанной питательной среде нами предложено использовать ряд химических и физико-химических методов. Нами был апробирован ряд методов регенерации питательной среды: химических (нейтрализация 5%-ным раствором NH_4OH и 20%-ным раствором $NaOH$) и физико-химических (электроактивация, электродиализ, ионный обмен).

Общая схема проведения эксперимента по регенерации питательной среды представлена на рис. 3.

Для контроля проводили сравнение накопления биомассы до культивирования, после него и регенерированной средах. Одновременно контролировали изменение рН и ОВП.

В результате эксперимента установлено, что накопление клеток в первичной среде составило $3 \cdot 10^9$ мл.кл./мл, после выращивания на использованной среде оно уменьшилось до $3 \cdot 10^6$ мл.кл./мл. В результате всех

Табл. 1. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО РЕГЕНЕРАЦИИ
ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

Питательная среда	Реакция среды, pH			ОВП	гН2	БП	Чистота культуры	Кол-во клеток (мл.кл/мл)
	до культиви-рования	после нейтрализации	после культивирования					
До культиви-рования (первичная)	7,60	–	4,0	2,21	14,88	817,79	+	3 × 109
После культивирования (вторичная)	4,25	–	3,5	2,14	8,48	817,86	+	3 × 106
Регенерированная (NH4OH) 5%-м раствором	4,25	7,4	4,25	2,11	14,97	817,89	+	2 × 109
Регенерированная (NaOH) 20%-м раствором	4,25	7,3	4,2	2,10	14,67	817,9	+	5 × 108
Регенериро-ванная электроактивацией	4,25	7,2	4,5	2,18	14,46	817,82	+	2 × 109
Регенериро-ванная электродиализом	4,25	7,4	4,0	2,17	14,87	817,83	+	1 × 109
Регенериро-ванная ионным обменом	4,25	7,2	3,7	2,09	14,47	817,91	+	8 × 108

видов регенерации наблюдалось значительное увеличение выхода биомассы. Так, при подщелачивании среды 5%-ным раствором NH_4OH его значение достигло $2 \cdot 10^8$ мл.кл./мл, 20%-ным NaOH – $5 \cdot 10^8$ мл. кл./мл.

Применение физико-химических методов дало более эффективные результаты. После регенерации питательной среды ионным обменом отмечался рост микробов в количестве $8 \cdot 10^8$ мл. кл./мл, электродиализа $1 \cdot 10^9$ мл. кл./мл, электроактивации $2 \cdot 10^9$ мл. кл./мл.

Таким образом, экспериментальные данные подтвердили возможность восстановления ростовых свойств среды КД-Блаурока для культивирования бифидумбактерий. При этом наиболее эффективными являются физико-химические методы с использованием полупроницаемых мембран.

Применение предложенных технологий позволит значительно снизить затраты на приготовление питательной среды, ее утилизацию и является весьма перспективным при промышленном производстве бифидумбактериина.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Андрусенко С.Ф. Разработка оптимальных методов регенерации отработанных питательных сред для последующего культивирования микроорганизмов // Биоразнообразие, биоресурсы, биотехнологии и здоровье населения Северо-Кавказского региона: материалы III-й ежегодной научно-практической конференции «Университетская наука – региону». – Ставрополь: Изд-во СКФУ, 2015. – 340 с.
2. Аризов С.В., Глозупов А.В., Капутьвич Ю.Г. Особенности роста этанолусваивающих дрожжей в батарее из двух ферментов // Биотехнология. – № 3. – 1999. – С. 22–25.
3. Бачурина Т.П., Коженков А.И., Хандак Р.Н. Электродиализная обработка творожной сыворотки // Пищевая и биологическая ценность продуктов детского и лечебного питания: сборник научных трудов ВНИМИ. – М.: Агропромиздат, 1985. – С. 65–67.

4. Бегдай И.В., Перцева М.Ю., Дацева Т.А. Биотехнология восстановления первоначальных свойств питательных сред после культивирования микроорганизмов // URL: <http://mol-biol.ru/articles/bitehnologiya-vosstanovleniya-pervonachalnyh-svoystv-pitatelnyh-sred-posle-kultivirovaniya>
5. Болога М.К., Котелев В.В., Литинский Г.А. и др. Электробиологическая переработка молочной сыворотки. // Экспресс – молочная промышленность. – М.: Агро НИИТЭИММП. – 1987. – № 7. – С. 15–16.
6. Егоров Н.С., Алескин А.В., Самуйлов В.Д. Биотехнология: проблемы и перспективы – М., 1987. – С. 31–36.
7. Сахарова З.В., Работнова И.Л. Микробиология, 1977, Т. 46. – С. 15–21.
8. Тутов И.К., Ситьков В.И. Основы биотехнологии ветеринарных препаратов: учебное пособие для студентов высших учебных заведений по специальности 310800 Ветеринария. – Ставрополь, 1997. – 253 с.

УДК 577.161.22 /
616-092.9

**Бондарь Т.П. [Bondar T.P.],
Светлицкий К.С. [Svetlitskiy K.S.],
Светлицкая Ю.С. [Svetlitskaia J.S.],
Асеева О.А. [Aseeva O.A.]**

**ОЦЕНКА БИОХИМИЧЕСКИХ
ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОТОМСТВА САМОК
КРЫС, В РАЗЛИЧНЫЕ ВОЗРАСТНЫЕ
ПЕРИОДЫ, ПОЛУЧАВШИХ
ВЫСОКОБЕЛКОВЫЙ, ОБОГАЩЕННЫЙ
КАЛЬЦИЕМ И ВИТАМИНОМ D,
МОЛОЧНЫЙ ПРОДУКТ**

**Evaluation of biochemical parameters
of offspring of female rats at different ages
receiving high-protein, fortified with calcium
and vitamin D, dairy product**

В настоящее время, значимость витамина D для организма человека определяется не только способностью регулировать фосфорно-кальцевый метаболизм, процессы остеогенеза и созревание скелета, но и влиянием на иммунную систему и психомоторное развитие. Целью исследования явилось изучение влияния высокобелкового молочного продукта, обогащенного кальцием и витамином D в разных дозах, на минеральный обмен у лабораторных животных в детском и подростковом возрасте. Проведено биохимическое исследование 72 крыс линии Вистар, в разные периоды постнатального онтогенеза. Минеральный обмен оценивался по содержанию кальцидиол (25(OH)D₃), кальция (Ca), неорганического фосфора (P), кальций-фосфорного соотношения (Ca/P), общего белка (ОБ) и активности щелочной фосфатазы (ЩФ) в сыворотке крови. Установлено, что у крыс, не получавших молочный продукт, имеет место недостаточность витамина D. Показана необходимость выбора оптимальной дозы для целенаправленной профилактики гиповитаминоза D. Показано, что у крыс, получавших молочный продукт, обогащенный кальцием, белком и терапевтической дозой витамина D, метаболические нарушения сопровождались выраженным и затяжным биохимическим синдромом, что не наблюдается в других группах.

Ключевые слова: витамин D, 25(OH)D₃, кальций, фосфор, щелочная фосфатаза, общий белок, крысы 1-го, 2-го и 3-его месяца жизни.

Currently, the importance of vitamin D for human body is determined not only by ability to regulate calcium and phosphorus metabolism, processes of osteogenesis and maturation of the skeleton, but also affects the immune system and psychomotor development. The aim of the study was to investigate the effect of high-protein milk product, fortified with calcium and vitamin D in different doses of mineral metabolism in laboratory animals in childhood and adolescence. A biochemical study of 72 Wistar rats in different periods of postnatal ontogenesis. Mineral metabolism was evaluated by content calcidiol, calcium, inorganic phosphorus, calcium-phosphorus ratio, total protein and activity of alkaline phosphatase in serum. It was found that rats

not treated milk product is insufficient vitamin D. the necessity of selecting the optimal dose for targeted prevention of hypovitaminosis D. It was shown that rats treated with a milk product enriched with calcium, protein and a therapeutic dose of vitamin D, metabolic disorders was accompanied by a pronounced and prolonged biochemical syndrome, which is not observed in the other groups.

Key words: vitamin D, 25(OH)D₃, calcium, phosphorus, alkaline phosphatase, total protein, rats of the 1st, 2nd and 3rd month of life.

В настоящее время проблема дефицита витамина D приобретает особое значение, поскольку, по данным Захаровой И.Н. и соавт., гиповитаминоз D имеется почти у 1/2 населения мира [2]. Доказано, что низкий уровень витамина D в сыворотке крови, развивающийся в результате недостаточного потребления витамина D с продуктами питания и/или недостатка солнечного ультрафиолетового излучения, связан с повышенным риском инвалидизации населения из-за развития тяжелых хронических заболеваний [1, 2]. Именно поэтому растет интерес к количественной оценке и пониманию механизмов обмена витамина D в организме человека [6].

Большинство экспертов в настоящее время сходятся во мнении, что о дефиците витамина D можно говорить при его концентрации 25(OH)D₃ в сыворотке крови менее 20 нг/мл, о недостаточном его содержании – при содержании метаболита в пределах 21–29 нг/мл, а избыточной считается концентрация витамина D в крови выше 150–200 нг/мл [8].

Производство продуктов питания, обогащенных витамином D, началось с 1930-х гг., после чего в США и Европе витамином D стали обогащать многие продукты питания и пищевые добавки [2]. В результате мировых научных исследований по оценке обеспеченности организма витамином D («статуса» витамина D) среди различных возрастных групп населения, обращает на себя внимание широкая распространенность низкой обеспеченности витамином D среди детей и подростков [5]. Дети и подростки подвержены высокому риску формирования низкого статуса витамина D из-за высоких темпов минерализации костной ткани в периоды бурного роста, полового созревания, а также по причине сниженного синтеза витамина D в зимний период года и недостаточного поступления

его с продуктами питания. По мнению большинства исследователей, наиболее информативным показателем для оценки обеспеченности организма витамином D является определение содержания кальцидиола – 25(OH) D₃ в сыворотке крови [4].

По данным крупнейших исследований, проведенных в Испании, Финляндии, Франции и Турции, у 80 % детей и подростков была выявлена недостаточность витамина D. В Англии 11–16 % подростков имели уровень 25(OH)D₃ менее 10 нг/мл и 40 % – менее 20 нг/мл в течение всего года. В зимнее время процент дефицита витамина D удваивался. В исследовании OPTIFORD, проведенном в феврале-марте с участием девочек-подростков из четырех европейских стран, расположенных между 51° и 60° северных широт, показана высокая распространенность дефицита витамина D (менее 10 нг/мл) в диапазоне от 26 % до 51 % и недостаточность витамина D (менее 19 нг/мл) у 90 % обследованных [1]. Аналогичные данные были получены в исследованиях, проведенных в США, Италии, Объединенных Арабских Эмиратах, Тасмании, Новой Зеландии, Ливане и во многих других странах [7]. На юге РФ, в Ставропольском крае, находящемся на 45 параллели северной широты, у подавляющего большинства новорожденных также выявлено недостаточное содержание витамина D, причем тяжелый дефицит был выявлен более, чем у 50 % детей, и лишь у 1,7 % детей, выявлен оптимальный уровень витамина D [3].

Отсутствие единого представления об оптимальных методах профилактики и лечения витамин D-зависимых заболеваний, а также дозах, способах и формах введения витамина D у детей и подростков, делает наше исследование актуальным.

Целью исследования

явилось изучение влияния высокобелкового молочного продукта, обогащенного кальцием и витамином D в разных дозах, на минеральный обмен у лабораторных животных в детском и подростковом возрасте.

Материалы и методы.

Исследование выполнялось на крысах линии Вистар, возрастом 1, 2 и 3 месяца. По данным Гелашвили О.О., 1 месяц жизни крысы равен 3–4 годам жизни человека, 2 месяца – 7–8 годам и 3 месяца 12–13 годам соответственно. По мнению многих авторов, именно эти возрастные периоды относятся к критическим периодам постнатального онтогенеза. Было обследовано 72 крысы. Все животные содержались в стационарных условиях вивария, при естественном световом режиме и стандартном рационе питания. На 3–4 сутки после спаривания и установления беременности самок крыс случайным образом распределяли на 3 группы, в зависимости от добавок к стандартному рациону. Первая группа – беременные, не получавшие молочный продукт крысы. Вторая группа – беременные, получавшие молочный продукт, содержащий профилактическую дозу витамина D (75 ME). Третья группа – беременные, получавшие молочный продукт, содержащий терапевтическую дозу витамина D (750 ME). Расчет проводили с учетом массы тела животного (Holick и соавт, 2011). Потомство отлучали от кормившей их самки в возрасте один месяц. После отлучения животных на протяжении двух месяцев содержали на стандартном рационе с использованием добавок в зависимости от группы. Количество животных в первой группе составило 19, во второй 36 и в третьей 17 животных соответственно. Расчет дозы витамина D для каждого животного из потомства, проводился индивидуально с учетом массы тела каждого конкретного животного и принадлежности его к той или иной группе. Исследования проводились через 1, 2 и 3 месяца после рождения.

При проведении лабораторного эксперимента мы полностью соблюдали международные принципы Европейской конвенции о защите позвоночных животных, используемые для экспериментальных и других научных целей (Страсбург, 1985); декларации о гуманном отношении к животным, используемым в научных целях, изложенные в современных рекомендациях Европейских независимых комитетов по вопросам этики (Брюссель, 1995, 1997); Рекомендации Комитетом по этике, проводящим экспертизу биомедицинских исследований (Женева, 2000); а также «При-

нциям надлежащей лабораторной практики» и приказом Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 23 августа 2010 г. № 708н г. Москва «Об утверждении Правил лабораторной практики».

Для проведения эксперимента использовали молоко с повышенным содержанием белка, кальция и обогащенное премиксом витамина D (фирма DSM, тип 100 CWS), вносимого в количестве 0,01 г на 1 кг продукта. Сухой витамин D₃ в концентрации 100 000 МЕ/г, стабилизирован токоферолом; микрокапсулы диспергируемые в холодной воде. Так же, молоко содержит 5,5 % белка, от 200 мг на 100 г кальция, 2,5 % жира и энергетическая ценность его, составляет 43,7 ккал/183 кДж.

Для изучения состояния минерального обмена у лабораторных животных, проводили биохимическое исследование на автоматическом биохимическом анализаторе Cobas c111 (Швейцария). В нашей работе оценивали активность щелочной фосфатазы, концентрацию общего белка, кальция, фосфора в сыворотке крови, с последующим расчетом кальций-фосфорного соотношения. Уровень витамина D в крови определяли на иммунохемилюминесцентном анализаторе Liaison XL (Италия).

Статистическую обработку данных проводили с использованием методов параметрического анализа и пакета Microsoft Excel. Достоверность различных средних определялась по критерию Стьюдента (*t*), для коэффициента вариации, уровень *p* выбран не менее 0,05.

Результаты и обсуждение.

Для оценки метаболических изменений в сыворотке крови в группах лабораторных животных, выделенных в зависимости от точного потребления витамина D, содержащегося в высокобелковом молочном продукте, провели статистическую обработку полученных данных, в результате были установлены некоторые закономерности.

Особую группу риска по развитию дефицита витамина D представляют дети и подростки из-за относительно больших потребностей в витамине, вызванных высокими темпами роста и минерализации скелета. Известно, что наиболее точным и специфическим показателем

обеспеченности организма витамином D является уровень в крови его основной циркулирующей (транспортной) формы $25(\text{OH})\text{D}_3$. Уровень $25(\text{OH})\text{D}_3$ в сыворотке ниже 20 нг/мл (дефицит) был выявлен во всех возрастных периодах у крыс, рожденных от матерей, не получавших молочный продукт. Оптимальный уровень витамина D (более 30 нг/мл) определен у животных, рожденных от матерей, получавших молочный продукт, обогащенный белком, кальцием и профилактической дозой витамина D.

После прекращения грудного вскармливания и перехода на самостоятельное питание (на 2 и 3 месяце жизни) уровень витамина D в сыворотке крови снизился, но остался в пределах нормы. А после использования молочного продукта, обогащённого кальцием, белком и терапевтической дозой витамина D, установлена токсическая концентрация витамина D в сыворотке крови (более 150 нг/мл).

Биохимическое исследование крови лабораторных животных проводили через 1, 2 и 3 месяца после рождения. Для проведения наглядного сравнения полученных данных, результаты биохимического исследования сыворотки крови у животных первой группы были приняты за 100 %, рассчитали относительное содержание аналогичных показателей во второй и третьей группе крыс. Данные биохимических показателей крыс в возрасте 1 месяц представлены на рисунке 1.

При сравнении данных показателей животных первой группы с животными второй и третьей группы установлены статистически значимые различия. У животных третьей группы наблюдались признаки рахита, такие как: выраженная гипокальциемия ($0,31 \pm 0,02$ нг/мл, $p < 0,001$), гипофосфатемия ($0,44 \pm 0,02$ нг/мл, $p < 0,001$), увеличение активности щелочной фосфатазы ($470 \pm 3,4$ ЕД/л, $p < 0,001$). У крыс второй группы также наблюдалось снижение уровня Са до $0,04 \pm 0,01$ нг/мл и Р до $0,03 \pm 0,001$ нг/мл. У наблюдаемого контингента происходило напряжение системы экстренной регуляции минерального гомеостаза, которое осуществлялось в ущерб костной ткани, за счет усиленной резорбции костей и развития рахита.

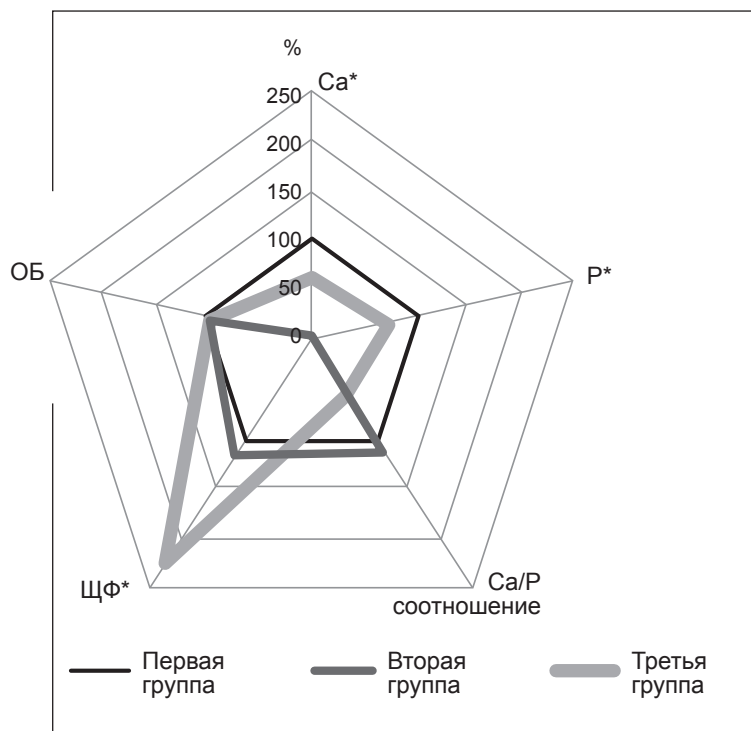


Рис. 1. Сравнительная характеристика биохимических показателей у крыс в возрасте 1 месяца, в зависимости от питания.
Примечание: * – достоверность различия в группах ($p \leq 0,05$).

На рисунке 2 представлены данные биохимических показателей крыс в возрасте 2 месяца. В двухмесячном возрасте у всех животных отмечалось повышение уровня Ca и P. Однако у крыс, получавших высокобелковый, обогащённый кальцием и профилактической дозой витамина D молочный продукт, сохраняется гипофосфатемия ($0,45 \pm 0,002$ нг/мл) с увеличением активности ЩФ ($366,6 \pm 1,4$ ЕД/л), а все остальные показатели находятся в пределах нормы. А у животных третьей группы по-прежнему остается высоким уровень ЩФ ($380,7 \pm 1,5$ ЕД/л).

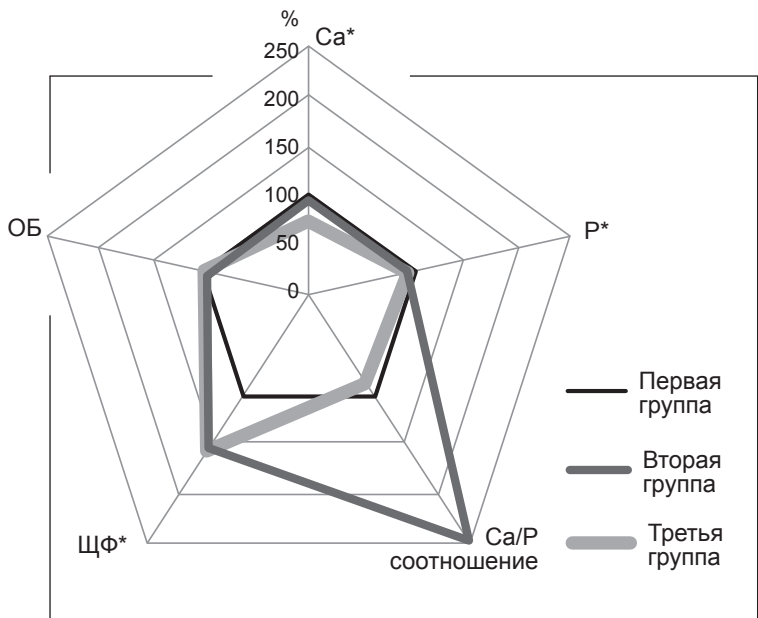


Рис. 2. Сравнительная характеристика биохимических показателей у крыс в возрасте 2 месяца, в зависимости от питания.
Примечание: * — достоверность различия в группах ($p \leq 0,05$).

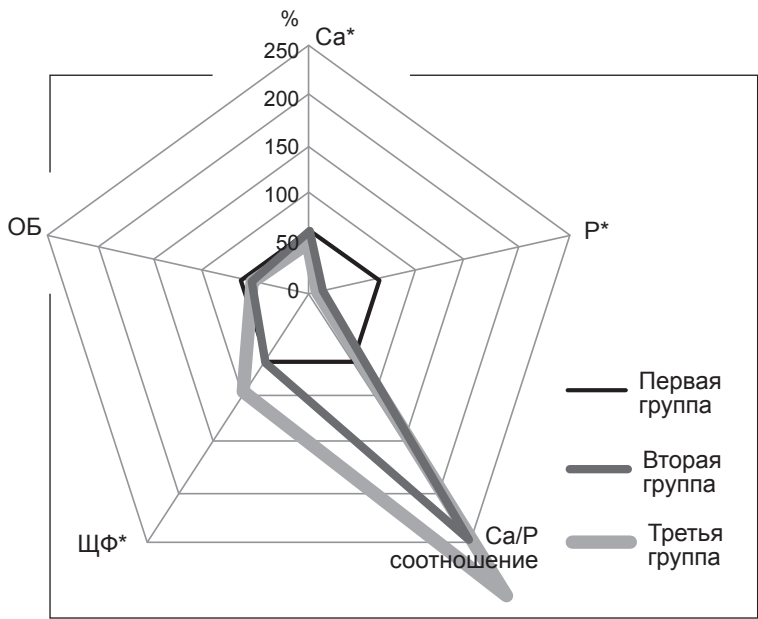


Рис. 3. Сравнительная характеристика биохимических показателей у крыс в возрасте 3 месяца, в зависимости от питания.
Примечание: * — достоверность различия в группах ($p \leq 0,05$).

На рисунке 3 представлены данные биохимических показателей крыс в возрасте 3 месяца.

К третьему месяцу жизни у крыс с проявлениями рахита, получавших обогащенный белком, кальцием и терапевтической дозой витамина D молочный продукт, отмечалось резкое снижение уровня фосфора в крови, а активность ЩФ сохранялась на высоком уровне. У трехмесячных крыс третьей группы средняя концентрация неорганического фосфора составила $0,09 \pm 0,05$ нг/мл, что в среднем на 0,96 ммоль/л ниже средних значений первой группы животных ($p < 0,001$). А активность ЩФ составила $338,3 \pm 2,0$ ЕД/л, что примерно в 2 раза выше показателей первой и второй групп животных, что может указывать на прогрессирование рахита.

Заключение.

При исследовании биохимических показателей минерального обмена было отмечено, что у крыс, получавших молочный продукт, обогащенный кальцием, белком и терапевтической дозой витамина D, рахит сопровождался выраженным и затяжным биохимическим синдромом.

На первом месяце жизни гипофосфатемия и гипокальциемия отмечалась у второй и третьей группы животных. Однако высокая активность щелочной фосфатазы превалировала в третьей группе, что подтверждало активность и остроту протекающего рахитического процесса в данный период.

У двухмесячных животных во всех группах наблюдалась тенденция к повышению уровня кальция, фосфора и активности щелочной фосфатазы, за исключением третьей группы животных, у которых этот показатель снизился.

Однако на третьем месяце после рождения у крыс, получавших высокобелковый, обогащенный кальцием и терапевтической дозой витамина D молочный продукт, отмечалась умеренная гипокальциемия, а также выраженная гипофосфатемия с повышенной активностью щелочной фосфатазы, что указывает на выраженные и затяжные нарушения фосфорно-кальциевого обмена.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ
СПИСОК**

1. Захарова, И.Н. Недостаточность и дефицит витамина D: что нового? / И.Н. Захарова, Ю.А. Дмитриева, С.В. Яблочкова, [и др.] // Вопросы современной педиатрии. – 2014. – № 1. – С. 134–140.
2. Захарова, И.Н. Известные и неизвестные эффекты витамина D / И.Н. Захарова, Ю.А. Дмитриева, С.В. Яблочкова // Вопросы современной педиатрии. – 2013. – Т. 12, № 2. – С. 20–25.
3. Климов, Л.Я. Обеспеченность витамином D новорожденных детей Ставропольского края / Л.Я. Климов, С.В. Долбня, В.А. Курьянинова, [и др.] // Медицинский вестник Северного Кавказа. – 2015. – Т. 10, № 2. – С. 159–163.
4. Holick, M.F. Vitamin D status: measurement, interpretation, and clinical application / M.F. Holick // Ann. Epidemiol. – 2009. – Vol. 19, № 2. – P. 73–78.
5. Holick, M.F. Evaluation, treatment, and prevention of vitamin D deficiency: an Endocrine Society clinical practice guideline / M.F. Holick, N.C. Binkley, H.A. Bischoff-Ferrari, [et al.] // J. Clin. Endocrinol. Metab. – 2011. – Vol. 96, № 7. – P. 1911–1930.
6. Holick, M.F. Vitamin D deficiency: A worldwide problem with health consequences / M.F. Holick, T.C. Chen // Am. J. Clin. Nutr. – 2008. – Vol. 87. – P. 1080–1086.
7. Muhairi, S.J.. Vitamin D deficiency among healthy adolescents in Al Ain, United Arab Emirates / S.J. Muhairi, A.E. Mehairi, A.A. Khouri, [et al.] // BMC Public Health. – 2013. – Vol. 13.–P. 13–33.
8. Vieth, R.F. The urgent need to recommend an intake of vitamin D that is effective / R.F. Vieth, H.A. Bischoff-Ferrari, B.J. Boucher, [et al.] // Am. J Clin. Nutr. – 2007. – Vol. 85. – P. 649–650.

УДК 591.436

Джандарова Т.И. [Dzhandarova T.I.],
Шабанова С.С. [Shabanova S.S.]

СУТОЧНАЯ ДИНАМИКА ТРАНСАМИНАЗ В КРОВИ В УСЛОВИЯХ ОБЫЧНОГО И ИЗМЕНЕННОГО СВЕТОВОГО РЕЖИМА ПОД ВЛИЯНИЕМ СЛАБОУАЛКОГОЛЬНЫХ НАПИТКОВ

**Daily dynamics of blood transaminase under
normal light conditions and modified under
the influence of alcoholic beverages**

Проведено исследование суточной динамики трансаминаз в крови под влиянием слабоалкогольных напитков у крыс. Установлено, что у крыс, получавших как спиртосодержащее, так и безалкогольное пиво, суточная динамика содержания и аланинаминотрансферазы, и аспартатаминотрансферазы дезорганизовывается уже при обычном световом режиме и особенно усугубляется при смещении режима освещения. У этих животных установлены достоверно высокие значения уровня аспартатаминотрансферазы в крови в течение суток по сравнению с данными контрольных животных на протяжении всего эксперимента.

Ключевые слова: аланинаминотрансфераза, аспартатаминотрансфераза, слабоалкогольные напитки, суточная динамика.

A study of daily dynamics of transaminases in the blood under the influence of alcoholic beverages in rats. It was found that the treated rats as alcohol and non-alcoholic beer, the daily dynamics of the content and alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase and disorganized even at ordinary light mode and is particularly aggravated during shift illumination mode. These animals mounted significantly higher values aspartate levels in the blood for days, compared with data for control animals throughout the experiment.

Key words: alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase, alcoholic beverages, daily dynamics.

Введение

Печень занимает центральное место в поддержании гомеостаза в организме. В ней синтезируются белки крови, фосфолипиды, холестерин, осуществляется биотрансформация ксенобиотиков, катаболизм гормонов и многие другие процессы [9].

Печень является органом с очень широким функционально-метаболическим профилем, и поэтому она составляет предмет огромного количества биохимических исследований. Следует отметить существенную

роль печени в трансформации питательных веществ в такие физические и химические формы, которые с одной стороны, могли бы быть использованы в дальнейшем организмом, а с другой – подвернуты экскреции [3].

В настоящее время занимают одно из ведущих мест отравления алкоголем и его суррогатами, в том числе смертельные, среди бытовых токсических поражений организма. При этом преобладали симптомы первичного токсического поражения печени, вторичного – почек и нервной системы, вызванные нарушениями пигментного обмена [1]. В литературе практически отсутствуют данные о влиянии слабоалкогольных напитков на особенности суточной динамики трансаминаз в крови.

Исходя из выше сказанного, целью исследования было изучить особенности суточной динамики содержания в крови аланинаминотрансферазы и аспартатаминотрансферазы в процессе адаптации к изменению условий внешней среды под влиянием слабоалкогольных напитков.

Материал и методы исследования

Исследования выполнены на взрослых белых лабораторных крысах линии Вистар. В эксперименте всего использовано 432 крысы. При постановке эксперимента на крысах полностью соблюдались международные принципы Хельсинской декларации о гуманном отношении к животным. Лабораторные животные были разделены на 3 группы: 1. Контрольная группа (интактные животные); 2. Крысы, получавшие спиртосодержащее пиво (4,5 %); 3. Крысы, получавшие безалкогольное пиво.

Исходя из процентного содержания этанола в пиве, была рассчитана доза пива на килограмм массы тела. В результате чего для крыс со средней массой тела она составила 15 мл на одно животное [10]. После того, как крысы выпивали пиво, они получали свободный доступ к воде. Для изучения суточной динамики содержания аспартатаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы в крови у крыс всех экспериментальных групп при обычном (12С:12Т) световом режиме и через 1, 2 и 3 недели после смещения режима освещения (10Т:14С) производили забор крови в 10, 14, 18, 22, 2 и 6 ч в течение суток [4].

Уровни аспартатаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы в плазме крови определяли кинетическим методом. Для этого использовали набор реагентов ЗАО «ДИАКОН-ДС» для определения аспартатаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы и биохимический анализатор «STAT FAX 1904 +R».

Полученные данные подвергались вариационно-статистической обработке в соответствии с принципами, изложенными в руководстве Лакина Г.Ф. (1990) с помощью компьютерной программы Excel пакета Microsoft Office 2003 [2, 5, 8].

Результаты исследования и их обсуждение

Как следует из результатов наших исследований, у контрольных животных при обычном режиме освещения максимум содержания аланинаминотрансферазы в крови отмечается в ночное время суток. При смещении светового режима суточная динамика уровня аланинаминотрансферазы в крови у крыс контрольной группы перестраивается в соответствии с новыми условиями среды. У крыс, получавших спиртосодержащее пиво, суточная динамика содержания аланинаминотрансферазы в крови дезорганизовывается уже при обычном режиме освещения, о чем свидетельствует наличие двух максимумов на хронограмме. При изменении условий среды в суточной динамике уровня аланинаминотрансферазы в крови наиболее высокие значения выявлены в 18 ч, что соответствует темному периоду нового свето-темнового цикла. На второй и третьей неделях после смещения светового режима на хронограмме суточной динамики аланинаминотрансферазы в крови выявлен один максимум, приходящийся на темное время суток (в 14 ч). У крыс, получавших безалкогольное пиво, при обычном световом режиме в течение суток наблюдались резкие «скачки» содержания аланинаминотрансферазы в крови, достоверно значимый максимум приходился на 18 ч ($P < 0,001$). Смещение режима освещения вносит существенный дисбаланс в его суточную динамику, о чем свидетельствует чередование резких «скачков» максимумов и минимумов уровня аланинаминотрансферазы в крови.

При исследовании суточной динамики уровня аспартатаминотрансферазы в крови у контрольных животных при обычном режиме освещения наиболее высокие значения его отмечались каждые 8 часов в течение суток. При воздействии стресс-фактора (изменение режима освещения) его суточная динамика дезорганизовывается на первой неделе нового свето-темнового цикла, а к концу второй и третьей недель перестраивается в соответствии с новыми условиями среды. У крыс, получавших как безалкогольное, так и спиртосодержащее пиво, наблюдалась дезорганизация суточной динамики содержания аспартатаминотрансферазы в крови до и после смещения светового режима, на что указывали резкие «скачки» чередования максимумов и минимумов уровня данного фермента в течение суток. Следует отметить достоверно высокие значения уровня аспартатаминотрансферазы в крови в течение суток по сравнению с данными, полученными у контрольных животных на протяжении всего эксперимента ($P < 0,001$).

Как следует из данных литературы, аланинаминотрансфераза и аспартатаминотрансфераза – внутриклеточные ферменты, катализирующие обратимый перенос аминогруппы с соответствующей аминокислоты на кетоглутаровую кислоту. При повреждении или разрушении клеток печени, сердца и скелетной мускулатуры, богатых аминотрансферазами, происходит выброс ферментов в кровяное русло, и их активность в крови значительно повышается. Наиболее широко определение активности сывороточных аминотрансфераз применяется в диагностике и наблюдении за течением острых и хронических заболеваний печени. Аланинаминотрансфераза является более чувствительным и специфичным индикатором повреждения клеток печени, чем аспартатаминотрансфераза. При всех заболеваниях печени, кроме цирроза и алкогольного поражения, в первую очередь и наиболее значительно увеличивается активность аланинаминотрансферазы. Это связано с различной локализацией аминотрансфераз в гепатоцитах. Аланинаминотрансфераза практически полностью содержится в цитоплазме, что способствует быстрому выходу ее из клетки и поступлению в кровяное [6]. Большая часть аспартатаминотрансферазы (80 % активности) расположена в митохондриях и высвобождается

при более тяжелых повреждениях гепатоцитов, особенно при массивных некрозах печеночной ткани. В этой ситуации показатели сывороточной аспартатаминотрансферазы приобретают особую диагностическую и прогностическую ценность. В клинической практике широко применяется одновременное определение в крови активности аспартатаминотрансферазы и аланинаминотрансферазы, что несет гораздо больше информации о локализации и глубине поражения, активности патологического процесса, позволяет прогнозировать исход болезни [6, 7].

Следовательно, параллельное определение содержания трансаминаз позволяет более детально изучать биохимические нарушения, возникающие при воздействии различных факторов на организм, в частности, слабоалкогольных напитков (пиво).

Полученные нами данные об уровне и суточной динамике трансаминаз в обычных условиях и при действии стресс-факторов (изменение светового режима), показывают, что под влиянием как спиртосодержащего, так и безалкогольного пива происходят процессы повреждения и разрушения клеток печени и носят однонаправленный характер. Выявленные изменения, несомненно, обусловлены содержанием в пиве биологически активных веществ неалкогольной природы.

Выводы

1. У контрольных животных при обычном режиме освещения максимум уровней аланинаминотрансферазы и аспартатаминотрансферазы в крови отмечается в темное время суток, а после изменения режима освещения их суточная динамика перестраивается в соответствии с новыми условиями среды. 2. У крыс, получавших как спиртосодержащее, так и безалкогольное пиво, суточная динамика содержания и аланинаминотрансферазы, и аспартатаминотрансферазы дезорганизовывается уже при обычном световом режиме и особенно усугубляется при смещении режима освещения. У этих животных установлены достоверно высокие значения уровня аспартатаминотрансферазы в крови в течение суток по сравнению с данными контрольных животных на протяжении всего эк-

сперимента. 3. Полученные данные позволяют считать, что под влиянием как спиртосодержащего, так и безалкогольного пива происходят процессы повреждения и разрушения клеток печени и носят однонаправленный характер, что, несомненно, обусловлено содержанием в пиве биологически активных веществ неалкогольной природы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бенеманский В.В., Юшков Г.Г., Бун М.М., Машанов А.В. Морфологические изменения печени при остром отравлении этиловым и пропиловым спиртами, этиленгликолем и их смесью // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН, 2008. – № 4 (62). – С. 68.
2. Герасимова Е.К., Джандарова Т.И. Особенности суточной динамики катехоламинов в вилочковой железе под влиянием пива в разные возрастные периоды в процессе адаптации к изменению условий среды // Современные проблемы науки и образования, 2012. – № 4 // URL: <http://www.science-education.ru/104-6772> (дата обращения: 27.07.2012).
3. Гулак П.В., Дудченко А.М., Зайцев В.В. Гепатоцит. Функционально-метаболические свойства. – М., 1985.
4. Джандарова Т.И. Роль околощитовидных желез в организации циркадианных ритмов физиологических функций и поведенческих реакций: автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 2003.
5. Джандарова Т.И., Герасимова Е.К. Суточная динамика катехоламинов в селезенке под влиянием пива в период раннего полового созревания // Естественные науки. – 2012. – № 2 (39). – С. 129–133.
6. Козлов С.В. Диагностическая информативность клинико-лабораторных показателей при гепатозе у собак: автореф. дис. ... канд. вет. наук. – Саратов, 2004.
7. Курбатова Е.А. Обеспечение правильности определения высокой активности сывороточных аминотрансфераз // Новости «Вектор-Бест». – 2008. – № 2 (48). – С. 13–15.
8. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М., 1990.
9. Усынин И.Ф. Адаптивная роль функциональной гетерогенности гепатоцитов // Бюллетень СО РАМН. – 2007. – №5 (127). – С. 17.
10. Хорошилова И.В. Клиническая картина пивного алкоголизма: протокол заседания кафедры психиатрии и наркологии СибГМУ – 8 июня 2004 г. [Электронный ресурс] // URL: <http://duma.tomsk.ru/page/2740/> (дата обращения: 16.08.2011).

УДК 577.35: 57.087

Молчатский С.Л. [Molchatsky S.L.]

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ЯДЕР ГИПОТАЛАМУСА ЖИВОТНЫХ МЕТОДАМИ ФРАКТАЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

Research of structure of hypothalamic nuclei of animals by methods of fractal geometry

Дано теоретическое обоснование применения нового физического подхода к исследованию структуры неживых и живых объектов – метода фрактальной геометрии. Показано, что мозг животных является продуктом глубоко неравновесных процессов, а, следовательно, объектом с дробной размерностью. Предложена методика определения фрактальной размерности (D) изучаемых объектов. Представлены результаты фрактального анализа компьютерных изображений микрофотографий фронтальных срезов супраоптического (СОЯ) и паравентрикулярного (ПВЯ) ядер гипоталамуса кошки. На основе полученных данных установлено, что 1) исследуемые группы нейронов области каждого ядра имеют ярко выраженную монофрактальную структуру с разными фрактальными размерностями; 2) поэтому, каждое ядро в целом является мультифракталом.

Ключевые слова: фрактал, фрактальная размерность, ядра гипоталамуса, супраоптическое ядро, паравентрикулярное ядро.

Theoretical justification of application of new physical approach to research of structure of lifeless and alive objects – a method of fractal geometry is given. It is shown that the brain of animals is a product of deeply nonequilibrium processes, and, therefore, object with fractional dimension. The technique of determination of fractal dimension (D) studied objects is offered. Results of the fractal analysis of computer images of microphotographs of the frontal cuts of supraoptic (SO) and are presented paraventricular (PV) nuclei of a hypothalamus of a cat. On the basis of the obtained data it is established that 1) the studied groups of neurones of area of each core have pronounced monofractal structure with different fractal dimensions; 2) therefore, each core in general is a multifractal.

Key words: fractal, fractal dimension, the nucleus of the hypothalamus, supraoptic nucleus, paraventricular nucleus.

Введение

Новый подход, сформировавшийся в науке в последние годы, основан на концепции фрактала, выдвинутой Мандельбротом [1]. Ее приложения достаточно полно изложены в работах [2, 3]. Фрактал – это физический объект с необычными геометрическими свойствами. Его размерность выражается дроб-

ным числом. Исследования показывают, что фрактальный кластер является основным структурообразующим элементом целого ряда макроскопических систем, возникающих в результате протекания неравновесных физико-химических процессов, таких как агрегация, диффузия, конденсация, химические реакции и т.п. Поэтому концепция фрактального кластера оказалась исключительно плодотворной при решении широкого круга задач физики, химии, биологии и других наук. Использование концепции фрактала в физике, начиная с 70-х годов XX столетия, привело к пониманию целого ряда свойств неупорядоченных систем и послужило толчком к применению ее в биологии. Одними из первых работ по фрактальному анализу биологических систем были исследования агрегации иммуноглобулина [2], ветвления отростков нейрона, дыхательных путей в легких, кровеносных сосудов сердца, сухожильных нитей трехстворчатого и митрального клапанов сердца, прикрепляющихся к мышцам, разветвление некоторых протоков в органах и др. [4].

Работа по изучению неупорядоченных систем достаточно сложная и до недавнего времени была практически невыполнимой. Только с появлением в последние годы нового поколения компьютеров задача исследования фрактальных структур в реальных макроскопических системах стала возможной. Тем не менее, многие задачи фрактального анализа неупорядоченных систем, представляющих значительный теоретический и практический интерес, до сих пор остаются нерешенными. К их числу относятся задачи исследования ряда биологических систем и объектов. Биологические системы неравновесны [5]. Их изучение невозможно без широкого использования универсальных математических и физических методов исследования. Метод фрактального анализа с полным основанием может претендовать на эту роль.

Мозг животных и человека является нелинейной системой, из всех структур организма самой далекой от термодинамического равновесия. Чем дальше эта система от равновесия, тем большим набором состояний обладает ее структура. Предполагают, что нервная система организована по фрактальному принципу [4]. Но, как отмечает В.С. Савельев [6], до

сих пор отсутствуют работы с детальным анализом строения мозга животных и человека, его онтогенетического развития. Имеющиеся данные по этому вопросу противоречивы [7], что в значительной степени затрудняет изучение механизмов формообразования мозга. Фрактальный анализ структур гипоталамуса, как и других отделов мозга, вообще не проводился.

Ядра серого вещества головного мозга животных и человека формируются в процессе эмбрионального и постнатального развития нервной системы и представляют собой скопления клеток, образовавшиеся в результате агрегации нейронов, мигрирующих с помощью отростков глиальных клеток к местам их постоянного расположения [8]. На раннем этапе эмбриогенеза нейроны одинакового происхождения избирательно слипаются с другими аналогичными клетками, образуя ядерную массу [9]. В большинстве отделов мозга нейроны не только адгезируют с себе подобными клетками, но и приобретают определенную пространственную ориентацию, направленный рост и вытягивание их отростков преимущественно вдоль поверхности повышенной адгезивности. Выбор ядер гипоталамуса в качестве объекта фрактального анализа продиктован тем, что гипоталамус характеризуется сложной структурной организацией. В гипоталамусе ядра мало дифференцированы, отсутствуют четкие границы между ними, и они незначительно отличаются по клеточному составу [7].

Среди ядер гипоталамуса выделяются супраоптическое ядро (СОЯ) и паравентрикулярное (ПВЯ), которые филогенетически являются самыми древними и в онтогенезе закладываются и формируются раньше других. Ультраструктура их достаточно хорошо изучена [10–12]. В этих ядрах основную массу нейронов составляют крупные нейросекреторные клетки веретенообразной и треугольной формы, есть и мелкие клетки, но в ПВЯ клеточная неоднородность более выражена. Выше названными особенностями и обусловлен наш выбор СОЯ и ПВЯ в качестве объектов для фрактального анализа. Ставилась задача установить структуру этих ядер методом фрактальной геометрии.

Методика исследования

Нами осуществлен фрактальный анализ компьютерных изображений микрофотографий фронтальных срезов СОЯ и ПВЯ, представленных в работе [13]. Локализация этих ядер на микрофотографиях уточнялась путем идентификации их на рабочих схемах фронтальных срезов гипоталамуса, представленных в той же работе. В основу фрактального анализа микроструктур СОЯ и ПВЯ была положена процедура представления их плоских электронных изображений в виде конечного дискретного множества простых элементов. Анализ изображений проводился по методике, описанной в работе [14].

Авторами разработана специальная программа, с помощью которой осуществлялась обработка изображения в автоматическом режиме. Обработка результатов сводилась к нескольким этапам. Исследуемое изображение при помощи планшетного сканера загружалось в компьютер и в автоматическом режиме разбивалось на дискретное множество элементов, представляющих собой квадратную сетку. Изображение разбивалось на число элементов порядка 10^4 – 10^5 , что обеспечивает высокую статистическую надежность полученных результатов. Соприкасающиеся элементы одинаковой яркости образуют структурные элементы – кластеры. Далее находился центр масс кластера, после чего кластер покрывался квадратами различных размеров с центром в центре масс кластера и производился подсчет числа элементов внутри каждого квадрата. В конечном итоге на монитор (и на печать) выводились: таблица данных о распределении элементов в кластере, график распределения элементов в дважды логарифмической шкале, значение фрактальной размерности и ее погрешности, определяемой методом наименьших квадратов. Фрактальная размерность кластера вычислялась по формуле:

$$D = \lg N / \lg L$$

где N – число элементов изображения, принадлежащих кластеру и заключенных внутри квадрата со стороной L .

Результаты фрактального анализа

В процессе исследования структуры СОЯ были использованы микрофотографии на 5 фронтальных срезах этого ядра. Структуры ПВЯ изучались на 3-х фронтальных срезах. На каждом срезе ПВЯ разбивалось на 5 областей: центральную, роstralную, каудальную, медиальную и латеральную, а в СОЯ на каждом срезе исследовались 3 области: прехиазматическая, промежуточная и постхиазматическая. В результате было получено распределение элементов в кластерах разных областей этих ядер. На их основе построены графики путем аппроксимации не менее 20 экспериментальных точек для каждой исследованной области ядра; вычислены фрактальные размерности кластеров и на основе полученных данных построены графики зависимости фрактальной размерности кластеров от области их расположения в исследуемом ядре. На рис. 1 представлены графики распределения структурных элементов в кластере промежуточной области СОЯ на срезе 1 и в центральной части ПВЯ также на срезе 1. По графикам видно, что расположение экспериментальных точек на плоскости ($\lg L$, $\lg N$) аппроксимируется прямой линией в указанных областях СОЯ и ПВЯ. Аналогичный вид имеют все графики распределения элементов в кластерах этих ядер. Линейность функции распределения экспериментальных точек свидетельствует о монофрактальности структуры исследуемых кластеров.

Для кластеров каждой области СОЯ и ПВЯ была определена фрактальная размерность D , которая служит количественной характеристикой структурных элементов кластера, а именно заполнения ими пространства [2, 3], которая не зависит от множества конкретных деталей его строения [15].

На графиках рис. 1 видно, что угол наклона прямой у каждого кластера свой, что свидетельствует о неодинаковой фрактальной размерности этих кластеров. В таблице 1 показано, что кластеры каждой исследуемой области ядер имеют разные значения фрактальной размерности. Это служит доказательством того, что СОЯ и ПВЯ имеют сложную мультифрактальную организацию.

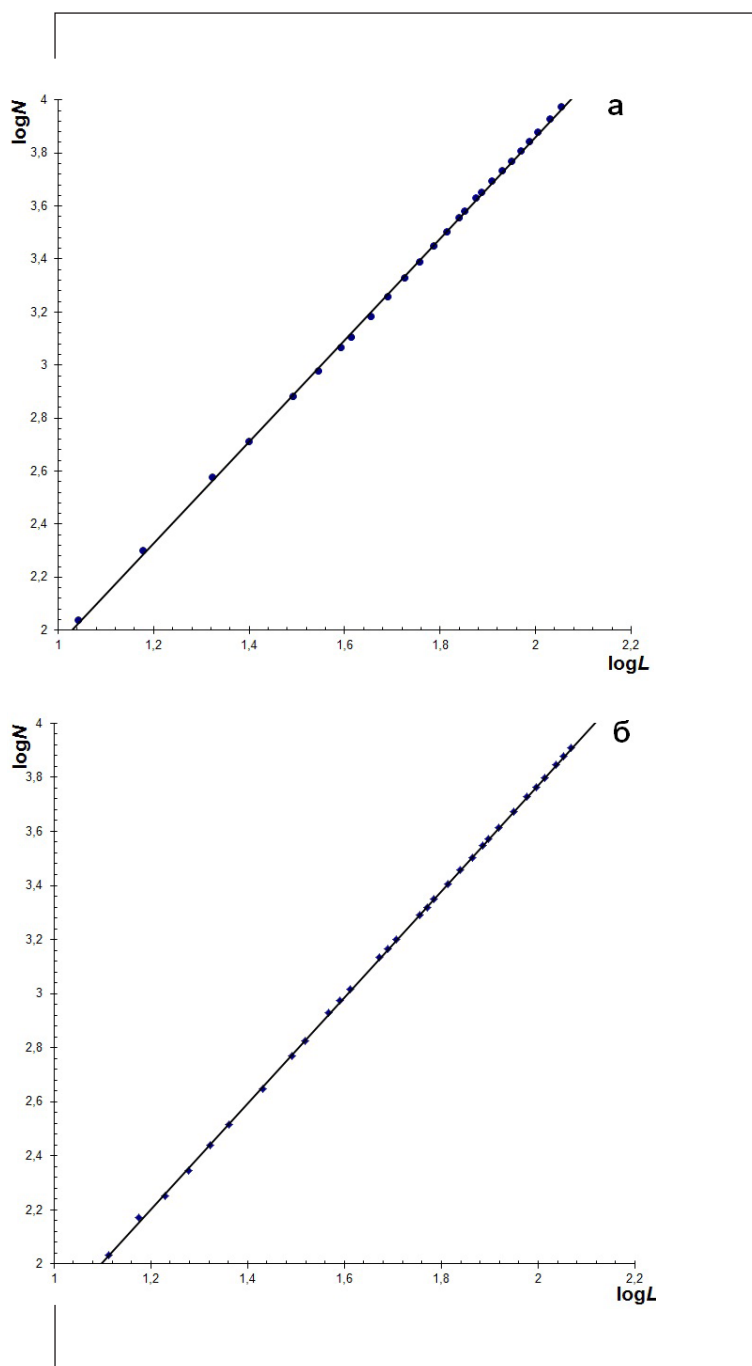


Рис. 1.

Распределение структурных элементов в кластере:
(а) – в СОЯ, (б) – в ПВЯ.

Табл. 1. ЗАВИСИМОСТЬ ФРАКТАЛЬНОЙ РАЗМЕРНОСТИ КЛАСТЕРОВ ОТ ОБЛАСТИ ИХ РАСПОЛОЖЕНИЯ В ЯДРЕ

Срез	Супраоптическое ядро	Паравентрикулярное ядро
1	$1,931 \pm 0,002$	$1,872 \pm 0,002$
2	$1,922 \pm 0,008$	$1,938 \pm 0,002$
3	$1,886 \pm 0,003$	$1,918 \pm 0,002$
4	$1,893 \pm 0,004$	—
5	$1,832 \pm 0,014$	—

На рис. 2 графики построены с учетом погрешностей фрактальной размерности, представлена динамика средней величины D структур СОЯ и ПВЯ на разных фронтальных срезах этих ядер. На обоих графиках цифрой 1 мы обозначили срез, на котором впервые появляется изображение соответствующего ядра (в СОЯ это 2-й срез, в ПВЯ это 4-й срез) на микрофотографиях работы [13]. У СОЯ кривая соответствует убывающей функции с двумя экстремумами (минимум на срезе 3 и максимум на срезе 4), что свидетельствует о геометрической неоднородности кластеров в этой части ядра. У ПВЯ кривая имеет почти колоколообразный вид. Максимальные значения фрактальной размерности кластеров у обоих ядер одинаковы ($D = 1,931$). У СОЯ этот показатель характерен структурам вентральной части ядра (срез 1), а у ПВЯ он соответствует структурам средней части ядра (срез 2). Минимальные значения D различаются как по величине (у СОЯ 1,830, у ПВЯ 1,873), так и по локализации структур в ядрах, где они регистрируются (у СОЯ на срезе 5, у ПВЯ на срезе 1).

В ряде работ [7, 13, 16] было показано, что СОЯ и ПВЯ образованы крупными веретенообразными и треугольными по форме нейросекреторными клетками, которые неодинаково распределены в этих ядрах. В СОЯ эти клетки встречаются во всех частях ядра. В то же время нами установлено, что кластеры разных частей этого ядра имеют неодинаковую фрактальную размерность, варьирующую в более широком диапазоне по

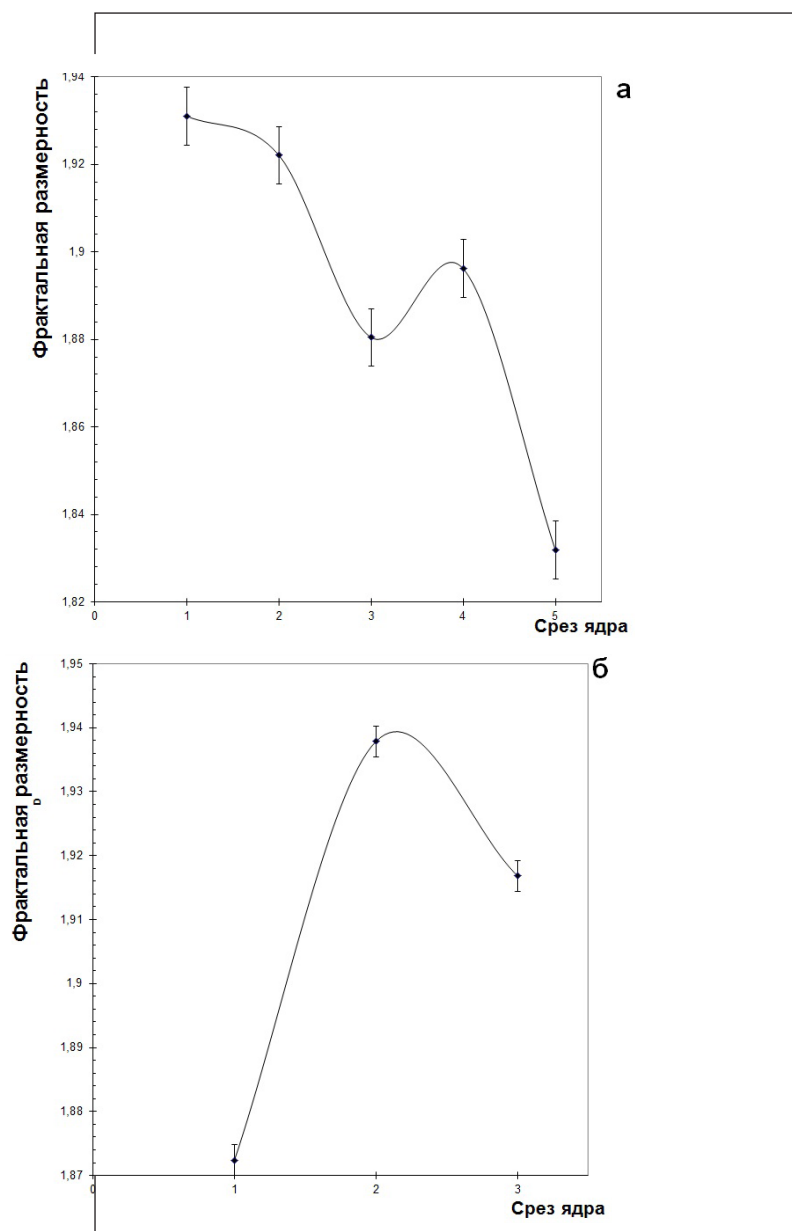


Рис. 2.

Зависимость значений фрактальной размерности кластеров от места их расположения в ядре (на фронтальных срезах);

(а) – в СОЯ, (б) – в ПВЯ. По оси абсцисс – номер фронтального среза ядра; по оси ординат – показатель фрактальной размерности.

сравнению с ПВЯ. По-видимому, это связано с наличием нейронов и других размеров в каждой части ядра.

В ПВЯ клетки по размерам топографически более упорядочены, чем в СОЯ: крупные веретенообразные и треугольные по форме нейроны расположены преимущественно в латеральной и в центральной части ядра [7], а мелкие клетки рассеяны по периферии и их много в медиальной части ядра. Максимальная величина D получена нами для кластеров центральной части этого ядра, где в основном сосредоточены крупные нейроны, а минимальные значения D обнаружены у кластеров на периферии ядра, где преобладают мелкие клетки. Возможно это не случайное совпадение, оно может быть следствием того, что крупные и мелкие клетки в процессе их агрегации и последующей дифференцировки образуют разные геометрические структуры, что и находит выражение в разной фрактальной размерности кластеров. Существование этой зависимости может быть установлено при более тщательном морфологическом анализе клеточной структуры ядер и динамики формирования ядер в онтогенезе.

Заключение

Фрактальный анализ микрофотографий СОЯ и ПВЯ на фронтальных срезах показал, что кластеры обоих ядер имеют ярко выраженную монофрактальную структуру, они самоподобны, т. е. одинаковы в различных масштабах. Этот результат получен на основе компьютерного анализа пространственного распределения большого количества микрообъектов (порядка 10^4 – 10^5), что позволило получить экспериментальные значения фрактальных размерностей кластеров с достаточно высокой точностью: относительная погрешность для значений фрактальных размерностей не превышает 0,7 %. Неодинаковая величина фрактальной размерности кластеров в каждом ядре может быть обусловлена особенностями клеточной агрегации в раннем эмбриогенезе, топографической дифференцировкой ядер гипоталамуса, цитоархитектонической и цитологической дифференцировкой, происходящей уже в процессе взаимодействия клеток друг с другом в составе кластеров ядра. Возможно, эти

процессы образования фрактальных кластеров лежат в основе механизма формирования нервных центров с ориентацией их структур на определенную функцию.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. – М.: Ижевский институт компьютерных исследований, 2002. – 856 с.
2. Федер Е. Фракталы. – М.: Мир, 1991. – 260 с.
3. Смирнов Б.М. Физика фрактальных кластеров. – М.: Наука, 1991. – 134 с.
4. Голдбергер Э.Л., Ригни Д. Р., Уэст Б. Д. Хаос и фракталы в физиологии человека // В мире науки. – 1990. – С. 25–33.
5. Пригожин И., Стенгерс И. Порядок из хаоса: Новый диалог человека с природой. – М.: Прогресс, 1986. – 432 с.
6. Савельев С. В. Стадии эмбрионального развития мозга человека. – М.: Мир, 2002. – 112 с.
7. Боголепова И.Н. Строение и развитие гипоталамуса человека. – М.: Медицина, 1968. – 163 с.
8. Rakic P. Cell migration and neuronal ectopias I the brain // Birth Defects: Original articles Series, 1975. – Vol. 11. – P. 95–129.
9. Коуэн У. Развитие мозга // Мозг / перев. с англ. – М.: Мир, 1984. – С. 113–140.
10. Войткевич А.А., Дедов И.И., Ультраструктурные основы гипоталамической нейросекреции. – М.: Медицина, 1972. – 240 с.
11. Жукова Г. П., Брагина Т. А. Физиология вегетативной нервной системы. – Л.: Наука, 1981. – С. 66.
12. Поленов А. А. Гипоталамическая нейросекреция. – Л.: Наука, 1968. – 159 с.
13. Цырлин В.А. Влияние нейротропных средств на интрацеребральные взаимоотношения различных уровней регуляции артериального давления // Нейрофармакология процессов центрального регулирования. – Л.: 1-й Ленинградский мед. инст., 1969. – С. 331–367.
14. Зынь В. И., Молчатский С. Л. Исследование фрактальной структуры поверхности полимерных пленок стирола и октаметилтрисилоксана // Поверхность. – 1999. – № 4. – С. 66.
15. Сандер Л.М. Фрактальный рост // В мире науки. – 1987. – № 3. – С. 62–70.
16. Баклаваджян О.Г. Висцеросоматические афферентные системы гипоталамуса. – Л.: Наука, 1985. – 194 с.

УДК 612.13

Новикова Г. А. [Novikova G. A.],
Соловьев А. Г. [Soloviev A. G.],
Губарева Л. И. [Gubareva L. I.],
Новикова Л. А. [Novikova L. A.]

МОДАЛЬНОСТЬ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТОЯНИЯ МОЗГОВОЙ ГЕМОДИНАМИКИ ПОДРОСТКОВ ПРИ ПИВНОЙ АЛКОГОЛИЗАЦИИ

Indicators modality of cerebral hemodynamics teenagers with beer consumption

В статье описываются результаты обследования 134 подростков – мальчиков, проведенного с целью изучения модальности показателей состояния мозговой гемодинамики подростков при пивной алкоголизации. Установлены достоверные нарушения кровообращения в головном мозге у подростков в зависимости от дня употребления пива. В качестве индикаторов оценки состояния мозговой гемодинамики подростков при пивной алкоголизации отмечены: повышение пульсового кровенаполнения и вазодилатации, наличие спазма периферических сосудов, изменения состояния тонуса и эластичности сосудов, нарушение тонуса сосудов начальной части микроциркуляторного русла, артериол и прекапилляров, нарушение венозного оттока. Данные индикаторы могут быть использованы для оценки токсического действия пива на мозговую гемодинамику подростков и установки последнего дня потребления.

Ключевые слова: подростки, пивная алкоголизация, мозговая гемодинамика

The article describes the results of a survey of 134 adolescent boys, carried out with the aim of studying modality indicators of the state of cerebral hemodynamics teenagers with beer alcoholism. We found a significant circulatory disorders in the brain in adolescents depending on the day of drinking beer. As indicators of estimating cerebral hemodynamics in teenagers with beer alcoholism noted: the increase in pulse blood and vasodilatation; the presence of spasm of peripheral vessels; change the state of tone and elasticity of blood vessels; violation of vascular tone of the initial part of the microvasculature, arterioles and precapillary's; violation of the venous outflow. These indicators can be used to assess the toxic effect of beer on the physiology of adolescents and install the latest days of consumption.

Key words: adolescents, beer consumption, cerebral hemodynamic.

По данным российских и зарубежных авторов алкоголь и алкогольсодержащие напитки оказывают патологическое влияние практически на все жизненно важные функции организма [1, 2, 5]. На этом фоне особое внимание заслуживает алкогольный напиток – пиво, наиболее популярный среди подрастающего поколения. Пивная ал-

коголизация подростков занимает одно из первых мест в спектре социально-значимых проблем современного общества. Злоупотребление пивом во всех без исключения случаях сопровождается теми или иными нарушениями физического состояния здоровья [3, 4, 6].

Материал и методы исследования

С целью изучения модальности показателей состояния мозговой гемодинамики подростков при пивной алкоголизации обследовано 134 подростков мальчиков от 12 до 17 лет (58,2 % составили подростки с пивной алкоголизацией; 41,8 % – не употребляющие пиво) – первой и второй групп здоровья, без выраженной соматической патологии, не состоящие на учете у психиатра-нарколога. Подростки были разделены на группы (гр.) и подгруппы (подгр.) в зависимости от возраста и последнего дня употребления пива (1 подгр. – 1 день после момента употребления пива; 2 подгр. – 2 дня; 3 подгр. – 3 дня; 4 подгр. – 4 дня и более; 5 подгр. – не употребляющие пиво):

I группа – подростки в возрасте 12–14 лет (подростки с пивной алкоголизацией:

12,5 % – 1 подгр.;

14,3 % – 2 подгр.;

12,5 % – 3 подгр.;

14,3 % – 4 подгр.;

подростки, не употребляющие пиво – 46,4 % – 5 подгр.;

II группа – подростки в возрасте 15–17 лет (подростки с пивной алкоголизацией – 10,2 % – 1 подгр.;

12,8 % – 2 подгр.;

14,1 % – 3 подгр.;

24,4 % – 4 подгр.; подростки, не употребляющие пиво – 38,5 % – 5 подгр.).

В подгруппы с пивной алкоголизацией вошли подростки с частотой алкоголизации два и более раз в месяц, без признаков зависимости.

Для оценки состояния мозговой гемодинамики использован метод реоэнцефалографии на аппаратно-программном комплексе «Валента+». Обработка результатов осуществлена с помощью программ «Microsoft Excel», «Statistica», стандартных расчетных методов; использован t-критерий Стьюдента.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты исследования показали повышение реографического индекса в бассейнах: правой внутренней сонной артерии у подростков в 1 и 2 подгр. I гр. по сравнению с 4 подгр. I гр. ($p < 0,05$); левой внутренней сонной артерии в 1 и 2 подгр. I гр. по сравнению с 3, 4, 5 подгр. I гр. ($p < 0,01$; $p < 0,001$; $p < 0,01$); левой позвоночной артерии в 3 подгр. II гр. по сравнению с 5 подгр. II гр. ($p < 0,05$), что, в целом, могло говорить о повышении пульсового кровенаполнения и вазодилатации. Снижение реографического индекса было отмечено в бассейнах: правой внутренней сонной артерии в 2 подгр. II гр. по сравнению с 1, 3, 4 подгр. II гр. ($p < 0,05$; $p < 0,01$); левой внутренней сонной артерии в 1 подгр. II гр. по сравнению с 3, 4 подгр. II гр. ($p < 0,01$; $p < 0,05$); правой позвоночной артерии во 2 подгр. II гр. по сравнению с 1, 3, 4 подгр. II гр. ($p < 0,05$; $p < 0,001$) и 5 подгр. II гр. ($p < 0,05$); левой позвоночной артерии в 1, 2 подгр. II гр. по сравнению с 3 и 4 подгр. II гр. ($p < 0,05$; $p < 0,01$), что могло свидетельствовать о спазме периферических сосудов (рис. 1).

Анализ данных выявил снижение объемного относительного пульса в бассейнах (рис. 2): правой внутренней сонной артерии у подростков 4 подгр. I гр. по сравнению с 1 подгр. I гр. ($p < 0,05$); левой внутренней сонной артерии 4 подгр. I гр. по сравнению с 3 подгр. I гр. ($p < 0,01$), во 2 подгр. II гр. по сравнению с 1 и 4 подгр. ($p < 0,01$), 3 и 5 подгр. II гр. ($p < 0,001$; $p < 0,05$); правой позвоночной артерии в 1 подгр. ($p < 0,001$), левой позвоночной артерии в 1 и 2 подгр. по сравнению с 3 и 4 подгр. II гр. Повышение мозгового кровотока выявлено в бассейнах (рис. 2): левой позвоночной артерии во 2 подгр. I гр. ($p < 0,05$) по сравнению с 5

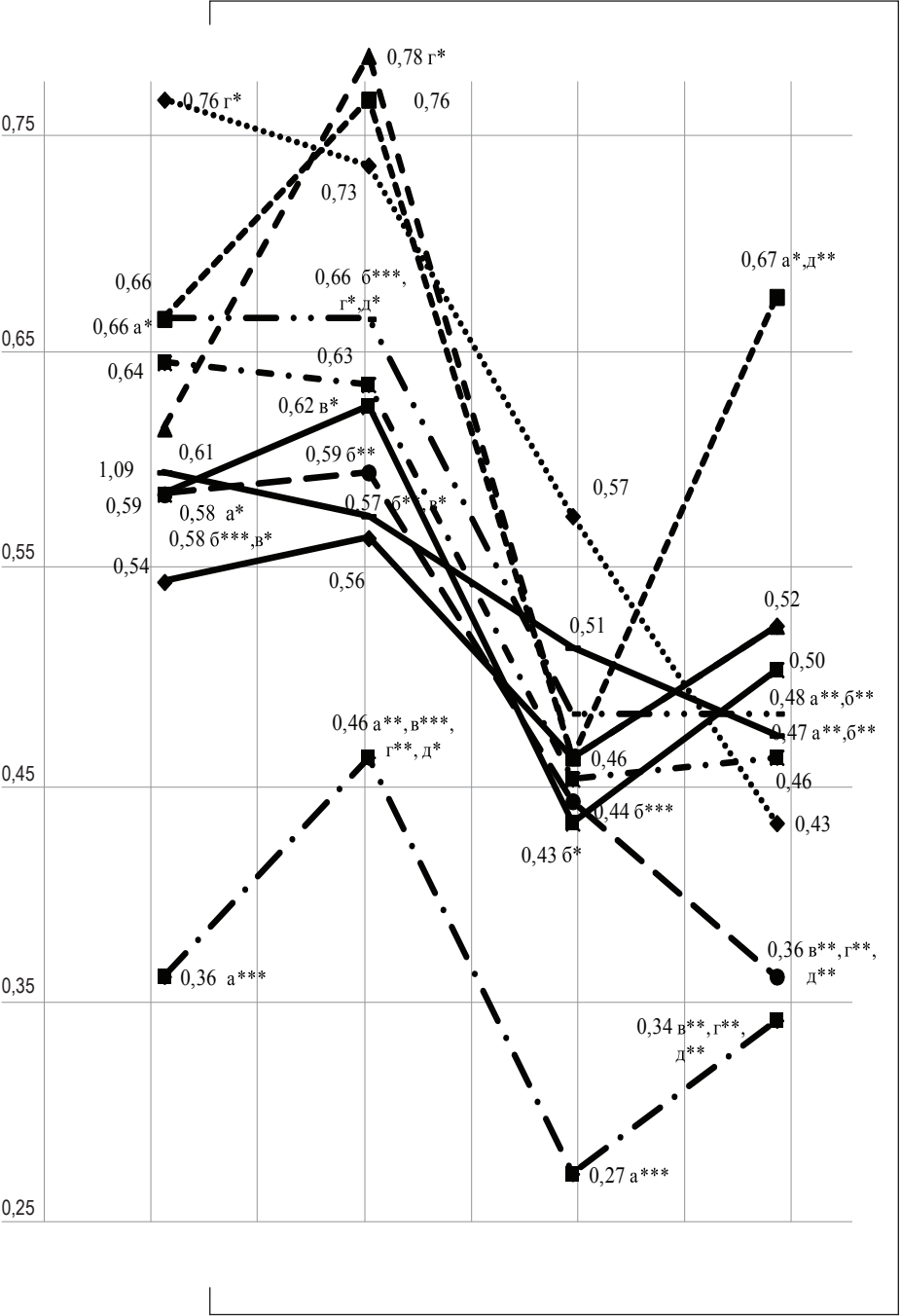


Рис. 2. Модальность показателей объемного относительного пульса (%).

подгр. I гр. ($p < 0,01$); правой внутренней сонной артерии 1 подгр. II гр. по сравнению со 2 и 3 подгр. II гр. ($p < 0,001$; $p < 0,05$). Повышение времени распространения реографической волны установлено в бассейнах: левой внутренней сонной артерии 1,3,4 подгр. по сравнению с 5 подгр. I гр. ($p < 0,05$); правой позвоночной артерии 1 подгр. II гр. ($p < 0,05$; $p < 0,001$) по сравнению с другими группами, в левой позвоночной артерии 1, 2, 3 подгр. по сравнению с 4 и 5 подгр. II гр. ($p < 0,05$), что свидетельствовало о снижении сосудистого тонуса.

Повышение времени максимального систолического наполнения сосудов было установлено в бассейнах (рис. 3): внутренних сонных артерий и позвоночных артерий в 1 подгр. I гр. по сравнению с другими группами ($p < 0,05$; $p < 0,001$; $p < 0,01$); левой позвоночной артерии во 2 подгр. II гр. по сравнению с 1, 3, 4 подгр. II гр. ($p < 0,001$; $p < 0,01$; $p < 0,05$). Снижение времени максимального систолического наполнения сосудов наблюдалось в бассейнах (рис. 3): правой внутренней сонной артерии 2 подгр. II гр. по сравнению с 1 и 4 подгр. II гр. ($p < 0,05$); левой внутренней сонной артерии в 2 подгр. II гр. по сравнению с 1, 3 и 4 подгр. II гр. ($p < 0,01$); правой позвоночной артерии в 3 подгр. II гр. по сравнению с 1, 2, 4 подгр. II гр. ($p < 0,05$; $p < 0,001$).

Снижение времени катакроты было отмечено в бассейнах (рис. 4): правой внутренней сонной артерии у подростков 2 подгр. I гр. по сравнению с 3 и 4 подгр. I гр. ($p < 0,01$; $p < 0,05$), левой внутренней сонной артерии в 3 подгр. I гр. по сравнению с 1 и 4 подгр. I гр. ($p < 0,05$); позвоночных артерий 3 подгр. I гр. в сравнении с 4 подгр. I гр. ($p < 0,05$), что свидетельствовало о нарушении венозного оттока. Повышение времени катакроты выявлено в бассейнах: правой внутренней сонной артерии у 2 подгр. II гр. по сравнению с 1, 3, 4 подгр. II гр. ($p < 0,05$); левой внутренней сонной артерии у 2 подгр. II гр. по сравнению с 3 и 5 подгр. II гр. ($p < 0,05$); правой позвоночной артерии во 2 подгр. II гр. по сравнению со всеми подгруппами II гр. ($p < 0,001$); левой позвоночной артерии во 2 подгр. в сравнении с 4, 5 подгр. II гр. ($p < 0,001$; $p < 0,05$), что, в целом, указывало на изменения состояния тонуса и эластичности сосудов.

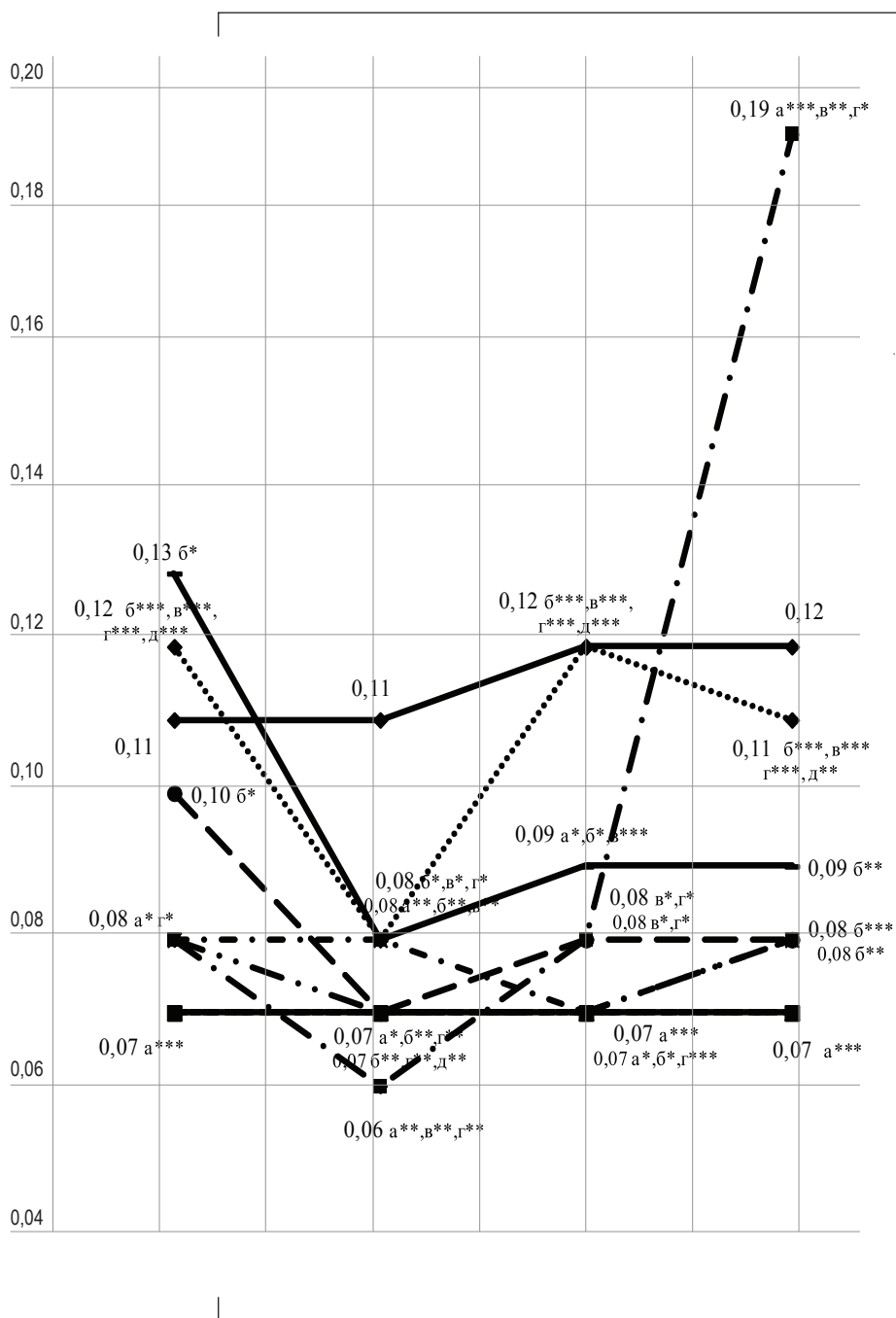


Рис. 3.

Модальность показателей времени максимального систолического наполнения сосудов (с).

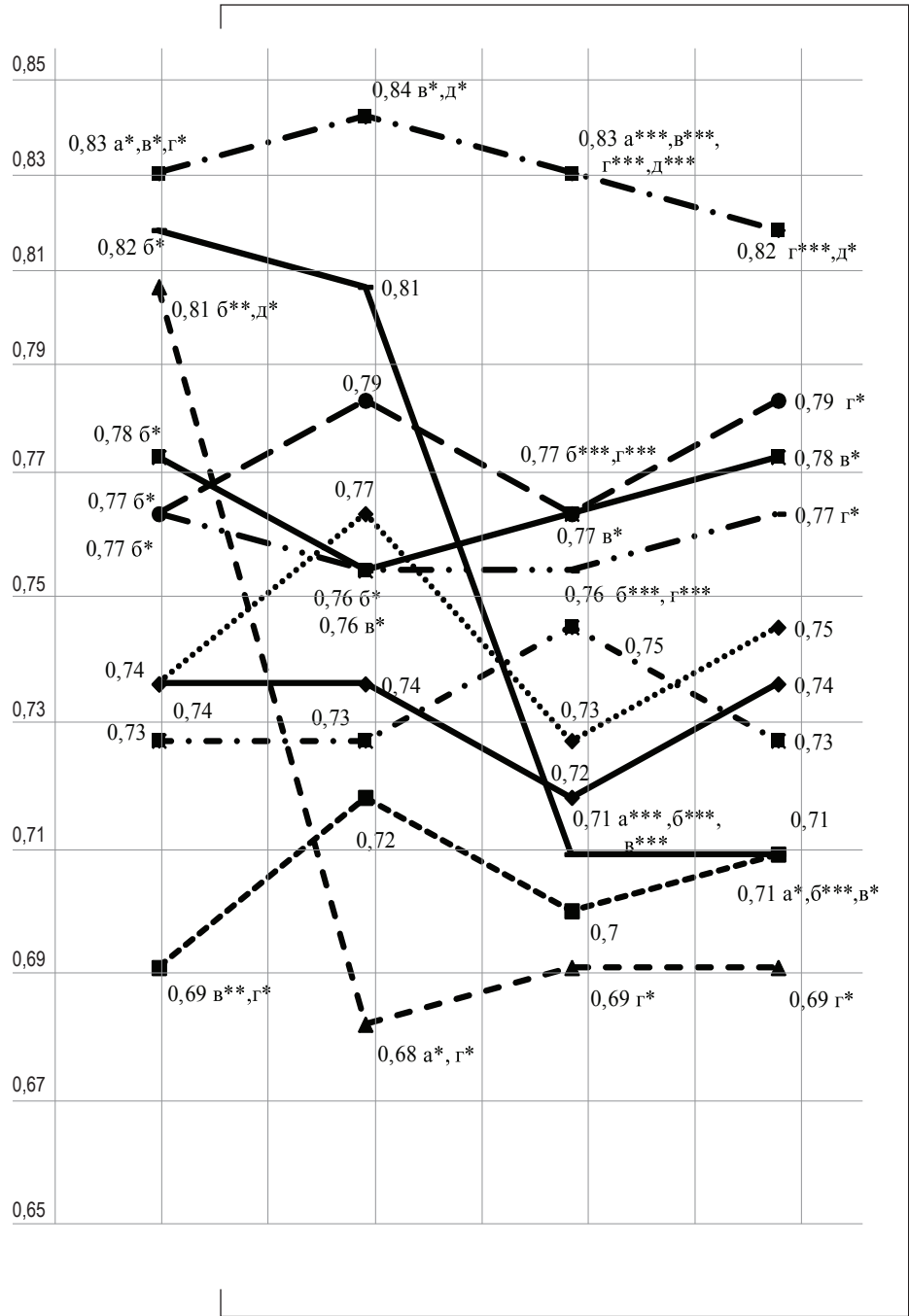


Рис. 4. Модальность показателей времени катакроды (с).

Оценка венозного оттока показала его увеличение в бассейнах (рис. 5): правой внутренней сонной артерии во 2 подгр. ($p < 0,05$), 3 и 4 подгр. ($p < 0,001$) по сравнению с 1 подгр. I гр.; правой позвоночной артерии в 1, 2, 3 подгр. I гр. по сравнению с 5 подгр. I гр. ($p < 0,05$); левой позвоночной артерии 1 подгр. I гр. по сравнению с 2, 3, 4 подгр. I гр. ($p < 0,05$; $p < 0,01$; $p < 0,05$); внутренних сонных в 1 подгр. II гр. по сравнению с 3, 4, 5 подгр. II гр. ($p < 0,001$), 2 подгр. II гр. по сравнению с 3, 4 и 5 подгр. ($p < 0,001$); правой позвоночной артерии 1 подгр. II гр. по сравнению с 3 и 4 подгр. II гр. ($p < 0,001$; $p < 0,05$), во 2 подгр. II гр. по сравнению с 3 подгр. II гр. ($p < 0,001$), что говорило о нарушении венозного оттока.

Увеличение дикротического индекса было установлено в бассейнах (рис. 6): левой внутренней сонной артерии во 2 подгр. I гр. по сравнению с 4 подгр. ($p < 0,05$); правой позвоночной артерии в 1 подгр. по сравнению со 2, 3, 4 подгр. I гр. ($p < 0,01$; $p < 0,05$; $p < 0,01$); левой позвоночной артерии в 1 и 2 подгр. I гр. по сравнению с 3, 4 и 5 подгр. I гр. ($p < 0,001$; $p < 0,01$); правой внутренней сонной артерии в 1 подгр. II гр. по сравнению с 2, 3, 4 и 5 подгр. II гр. ($p < 0,05$; $p < 0,001$; $p < 0,01$; $p < 0,001$); левой внутренней сонной артерии в 1, 2, 3, 4 подгр. II гр. по сравнению с 5 подгр. II гр. ($p < 0,05$), что свидетельствовало о нарушении тонуса сосудов начальной части микроциркуляторного русла, артериол и прекапилляров.

Данные, полученные при оценке диастолического индекса показали, что его повышение отмечено в бассейнах (рис. 7): правой внутренней сонной артерии в 1 подгр. I гр. по сравнению с 5 подгр. I гр. ($p < 0,05$); левой внутренней сонной артерии в 1 подгр. I гр. по сравнению с 2, 3 и 4 подгр. I гр. ($p < 0,05$; $p < 0,001$); правой позвоночной артерии 1 подгр. I гр. по сравнению с 2, 3, 4 и 5



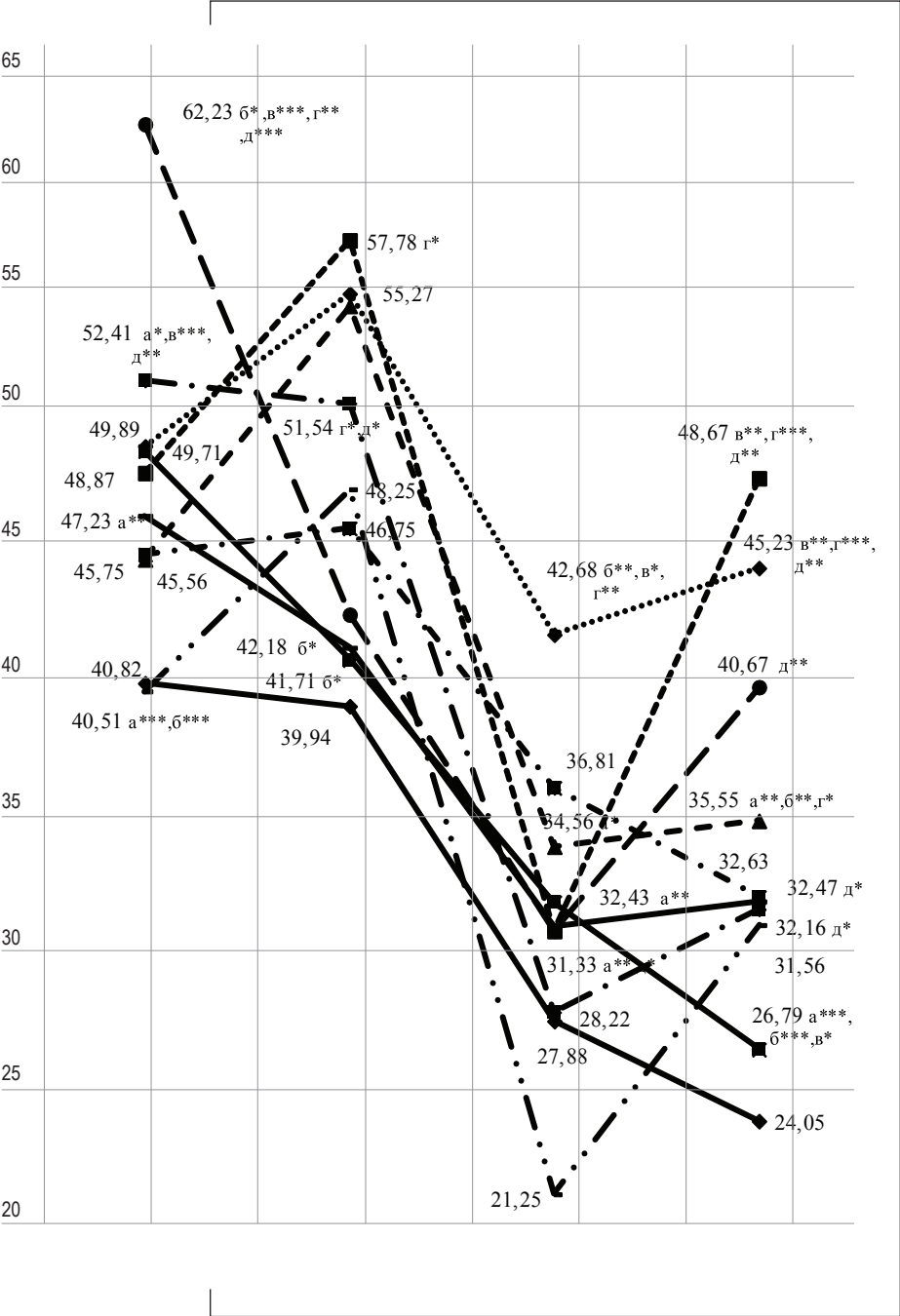


Рис. 6. Модальность показателей дикротического индекса (%).

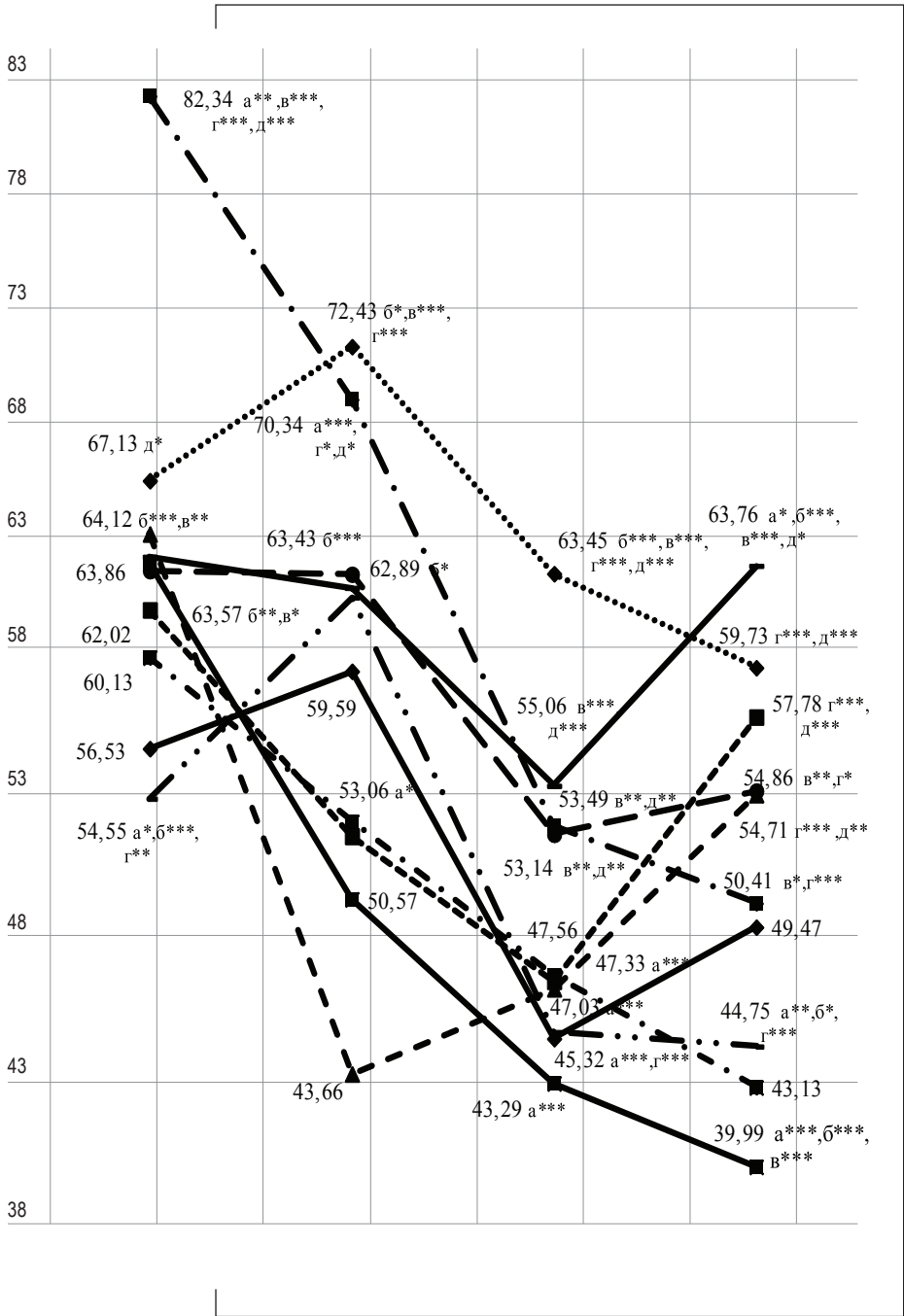


Рис. 7 . Модальность показателей диастолического индекса (%).

подгр. I гр. ($p < 0,001$); левой позвоночной артерии в 1, 2 и 3 подгр. I гр. по сравнению с 4 подгр. I гр. ($p < 0,05$); правой внутренней сонной артерии в 1 подгр. II гр. по сравнению с 3 и 2 подгр. II гр. ($p < 0,05$; $p < 0,01$), в 2 подгр. II гр. по сравнению с 1, 3 и 5 подгр. II гр. ($p < 0,01$; $p < 0,001$), в 1 подгр. II гр. по сравнению с 4 и 5 подгр. II гр. ($p < 0,05$); правой позвоночной артерии 1, 2, 4 подгр. II гр. ($p < 0,01$; $p < 0,001$) по сравнению с 3 и 5 подгр. II гр.; левой позвоночной артерии в 4 подгр. II гр. по сравнению с 1, 2, 3 и 5 подгр. II гр. ($p < 0,05$; $p < 0,001$; $p < 0,001$; $p < 0,05$), что говорило о нарушении оттока крови.

Таким образом,

оценка модальности показателей состояния мозговой гемодинамики подростков при пивной алкоголизации установила достоверные нарушения кровообращения в головном мозге в зависимости от дня употребления пива. В качестве индикаторов оценки состояния мозговой гемодинамики подростков при пивной алкоголизации нами отмечены: повышение пульсового кровенаполнения и вазодилатации, наличие спазма периферических сосудов, изменение состояния тонуса и эластичности сосудов, нарушение тонуса сосудов начальной части микроциркуляторного русла, артериол и прекапилляров, нарушение венозного оттока. Данные индикаторы могут быть использованы для оценки токсического действия пива на мозговую гемодинамику подростков и установки последнего дня его потребления.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ
СПИСОК**

1. Анализ динамики заболеваемости хроническим алкоголизмом, алкогольными психозами наркоманией в Иркутской области // Информационно-аналитический бюллетень за 2014. – Иркутск, 2015. – 26 с.
2. Новикова Г.А. Особенности церебральной гемодинамики мальчиков – подростков, употребляющих пиво / Г.А. Новикова, Л.А. Новикова // Академический журнал Западной Сибири. – 2015. – № 4(59). – С. 83–84.
3. Новикова Г.А. Профилактика пивной зависимости подростков в условиях образовательного учреждения / Г.А. Новикова, А.Г. Соловьев // Журнал неврологии и психиатрии им. С.С. Корсакова. – 2013. – №6–2. – С. 69–71.
4. Оценка сложных форм восприятия у подростков при пивной алкоголизации / Г.А. Новикова, А.Г. Соловьев, Л.И. Губарева, Л.А. Новикова, Е.В. Агаркова // Наука. Инновации. Технология. – 2014. – № 2. – С. 231–238.
5. Стрижев В.А. Динамика показателей и пути профилактики наркологической патологии среди детей и подростков в Краснодарском крае / В.А. Стрижев // Кубанский научный медицинский вестник. – 2013. – №5(140). – С.16–172.
6. The 2011 Espad Report. Substance Use Among Students in 36 European countries. Stockholm: Sweden, 2012. – 392 p.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

«НАУКА. ИННОВАЦИИ. ТЕХНОЛОГИИ», №1, 2016

1. Андрусенко Светлана Федоровна, кандидат биологических наук, доцент кафедры института живых систем Северо-Кавказского федерального университета.
Телефон: 8-988-705-60-68.
E-mail: svet1677@yandex.ru.
2. Асеева Ольга Александровна, студент кафедры медицинской биохимии, клинической лабораторной диагностики и фармации Института живых систем Северо-Кавказского федерального университета.
Телефон: 8-962-407-21-49.
E-mail: olya_27121992@mail.ru
3. Бегдай Инна Владимировна, кандидат технических наук, доцент экологии и природопользования, заместитель директора по научной работе Института математики и естественных наук Северо-Кавказского федерального университета.
Телефон: 8-918-746-13-32.
E-mail: algae@mail.ru.

4. Белозеров Виталий Семенович, доктор географических наук, профессор, заведующий кафедрой социально-экономической географии, геоинформатики и туризма Северо-Кавказского федерального университета.
Телефон: (8652) 95-68-00.
Email: vsbelozerov@yandex.ru.
5. Бондарь Татьяна Петровна, доктор медицинских наук, профессор, директор Института живых систем, заведующая кафедрой медицинской биохимии, клинической лабораторной диагностики и фармации Северо – Кавказского федерального университета.
Телефон: +7(8652)35-50-68.
E-mail: Tatiana_bond_st@mail.ru
6. Волошина Татьяна Владимировна, заведующая учебно-лабораторным комплексом кафедры геофизических методов поисков и разведки месторождений полезных ископаемых Северо-Кавказского федерального университета.
Телефон: (8652) 94-01-56, 94-25-16
E-mail: gmp@ncstu.ru
7. Галай Борис Федорович, доктор геолого-минералогических наук, профессор, профессор кафедры «Строительство» Института строительства, транспорта и машиностроения Северо-Кавказского федерального университета.
Телефон: 8-962-451-31-63.
E-mail: galaybf@mail.ru.

8. Галай Олег Борисович, студент 4-го курса группы ПГ-121 специальности «Прикладная геология» кафедры «Геология нефти и газа» Института нефти и газа Северо-Кавказского федерального университета.
Телефон: 8-962-451-31-63.
E-mail: galaybf@mail.ru.
9. Глущенко Иван Валерьевич, аспирант кафедры социально-экономической географии, геоинформатики и туризма Северо-Кавказского федерального университета.
Телефон: 8-988-112-90-65
E-mail: gluschenko.ivan@mail.ru.
10. Голованов Константин Сергеевич, ассистент кафедры геологии нефти и газа Северо-Кавказского федерального университета.
Телефон: 8-918-805-70-90
E-mail: kos9689gks@mail.ru
11. Губарева Любовь Ивановна, доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры анатомии и физиологии, заведующий научно-образовательной лабораторией «Экологическая психофизиология» Северо-Кавказского федерального университета.
Телефон: 8-962-499-22-00.
E-mail: l-gubareva@mail.ru.
12. Дерябин Михаил Иванович, доктор физико-математических наук, профессор, руководитель научного направ-

ления «Оптика и спектроскопия» Северо-Кавказского федерального университета.

Телефон: (8652) 75-35-70.

E-mail: m.i.deryabin@rambler.ru

13. Джандарова Тамара Исмаиловна, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры анатомии и физиологии Института живых систем Северо-Кавказского федерального университета.

Телефон 8-903-418-39-54.

E-mail: Djandarova@yandex.ru.

14. Жданова Наталья Владимировна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики, электротехники и электроники Северо-Кавказского федерального университета.

Телефон: (8652) 94- 40-71.

E-mail: zhdanova_n@rambler.ru

15. Зенин Денис Игоревич, магистрант 1 курса кафедры геофизических методов поисков и разведки месторождений полезных ископаемых Северо-Кавказского федерального университета.

Телефон: 8-918-860-41-67

E-mail: jared2haze@gmail.com

16. Зольникова Юлия Федоровна, кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры социально-экономической

географии, геоинформатики и туризма Северо-Кавказского федерального университета.

Телефон: 8-928-631-88-30.

E-mail: zolnst@mail.ru

17. Ковалева Татьяна Геннадьевна, аспирант кафедры физической географии и кадастров Северо-Кавказского федерального университета.

Телефон: 8-928-300-20-50.

E-mail: tatyana.kovaleva24@mail.ru

18. Лифанова Евгения Игоревна, соискатель ученой степени

Телефон: 8-962-028-84-58

E-mail: lifa_nova@mail.ru

19. Логинов Дмитрий Владимирович, кандидат физико-математических наук, старший преподаватель кафедры физики твердого тела Петрозаводского государственного университета. г. Петрозаводск.

Телефон: (8142) 71-96-54.

E-mail: logindm@mail.ru.

20. Логинова Светлана Владимировна, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики твердого тела Петрозаводского государственного университета. г. Петрозаводск.

Телефон: (8142) 71-96-63.

E-mail: svlog@petrsu.ru.

21. Марков Дмитрий Михайлович, аспирант кафедры информационной безопасности автоматизированных систем Северо-Кавказского федерального университета.
Телефон: 8-918-754-52-56.
E-mail: dmitri__13@mail.ru.
22. Молчатский Сергей Львович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры «Химии, географии и методики их преподавания» Поволжской государственной социально-гуманитарной академии. г. Самара.
Телефон: (846) 224-26-88, (846) 224-07-57
E-mail: RVSN3213@mail.ru
23. Наац Игорь Эдуардович, доктор физико-математических наук, профессор, Ведущий научный сотрудник института повышения квалификации и научно-педагогических кадров Северо-Кавказского федерального университета.
Телефон: (8-652) 35-21-10 (1154).
E-mail: naatsie@yandex.ru.
24. Настатуха Дарья Сергеевна, студентка 2 курса магистратуры направление «География» Северо-Кавказского федерального университета.
Телефон: (928)305-39-44.
E-mail: daria.nastatukha@mail.ru.
25. Новикова Галина Альбертовна, кандидат биологических наук, старший преподаватель Института педагогики

и психологии Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова, г. Архангельск.

Телефон: 8-921-297-51-64.

e-mail: novikgali@mail.ru.

26. Новикова Любовь Альбертовна, кандидат биологических наук, преподаватель Архангельского медицинского колледжа, г. Архангельск.

Телефон: 8-921-291-38-97.

E-mail: lubovnovikova@mail.ru.

27. Пикuleв Виталий Борисович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физики твердого тела Петрозаводского государственного университета.

г. Петрозаводск.

Телефон: (8142) 71-96-63.

E-mail: pikulev@petrsu.ru.

28. Плахтюкова Виктория Сергеевна, аспирант 1 года обучения по специальности 25.00.08 «Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение» кафедры «Строительство» Института строительства, транспорта и машиностроения Северо-Кавказского федерального университета.

Телефон: 8-961-482-17-42.

E-mail: pl_victoriya@mail.ru.

29. Светлицкий Кирилл Сергеевич, аспирант кафедры медицинской биохимии, клинической лабораторной диагнос-

тики и фармации Института живых систем Северо-Кавказского федерального университета.

Телефон: 8-988-733-81-89.

E-mail: kirill.svetlitskiy@mail.ru.

30. Светлицкая Юлия Сергеевна, студент кафедры медицинской биохимии, клинической лабораторной диагностики и фармации Института живых систем Северо-Кавказского федерального университета.

Телефон: 89881134585.

E-mail: julia_kravcova2013@mail.ru.

31. Сербин Виталий Викторович, аспирант 3 года обучения по специальности 25.00.08 «Инженерная геология, мерзлотоведение и грунтоведение» кафедры «Строительство» Института строительства, транспорта и машиностроения Северо-Кавказского федерального университета.

Телефон: 8-919-739-08-61.

E-mail: serbin_vitaliy@mail.ru.

32. Соловьев Андрей Горгоньевич, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой психиатрии и клинической психологии Северного государственного медицинского университета. г. Архангельск.

Телефон: 8-921-720-34-58.

E-mail: asoloviev1@yandex.ru.

33. Степаненко Александр Викторович, аспирант кафедры информационной безопасности автоматизированных

систем Северо-Кавказского Федерального Университета.

Телефон: 8-906-470-54-71.

E-mail: sasch91@mail.ru.

34. Харченко Владимир Михайлович, доктор геолого-минералогических наук, доцент кафедры геологии нефти и газа Северо-Кавказского федерального университета.

Телефон: (8652) 94-60-79, 94-72-38

E-mail: gng@ncstu.ru.

35. Червяков Николай Иванович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной математики и математического моделирования Северо-Кавказского Федерального Университета

Телефон: (8652) 95-68-00, (доб. 49-32).

36. Чипига Александр Федорович, кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой информационной безопасности автоматизированных систем Северо-Кавказского Федерального Университета.

Телефон: 8-962-400-76-63.

E-mail: chipiga.alexander@gmail.com.

37. Чихичин Василий Васильевич, кандидат географических наук, доцент кафедры социально-экономической географии, геоинформатики и туризма Северо-Кавказского федерального университета.

Телефон: 8-905-496-26-10.

E-mail: wawachi@yandex.ru.

38. Шабанова Светлана Сергеевна, аспирант кафедры анатомии и физиологии Института живых систем Северо-Кавказского федерального университета.
Телефон: 8-920-676-74-56.
E-mail: sveta403_89@mail.ru.
39. Шальнев Виктор Александрович, доктор географических наук, профессор кафедры физической географии и кадастров Северо-Кавказского федерального университета.
Телефон: 8-962-447-05-24.
E-mail: V470524@yandex.ru
40. Ярцева Елена Павловна, кандидат физико-математических наук, старший преподаватель кафедры математического анализа Института математики и естественных наук Северо-Кавказского федерального университета.
Телефон: 8-918-759-23-15.
E-mail: yartseva_elena@mail.ru.

ABOUT THE AUTHORS

«НАУКА. ИННОВАЦИИ. ТЕХНОЛОГИИ», №1, 2016

1. Andrusenko Svetlana Fedorovna,
candidate of biological sciences, associate Professor of the
Institute of living systems at the North Caucasus Federal
University.
Phone: 8-988-705-60-68
E-mail: svet1677@yandex.ru.
2. Aseeva Olga Alexandrovna
student of the medical biochemistry at department of the
medical biochemistry, clinical laboratory diagnostics and
pharmacy Institute of live systems at the North Caucasus
Federal University.
Phone: 8-962-407-21-49
E-mail: olya_27121992@mail.ru.
3. Bagday Inna Vladimirovna,
candidate of technical sciences, associate Professor of ecolo-
gy and environmental sciences, deputy director on scientific
work of Institute of mathematics and natural sciences at the
North Caucasus Federal University.
Phone: 8-918-746-13-32.
E-mail: algae@mail.ru.

4. Belozarov Vitaliy Semenovich,
doctor of geographical sciences, professor, head of the department of socio-economic geography, geoinformatics and tourism at the North Caucasus Federal University.
Phone: (8652) 95-68-00.
Email: vsbelozarov@yandex.ru.
5. Bondar Tatyana Petrovna,
doctor of medical science, professor, director, Institute of life science, head of department for medical biochemistry, clinical laboratory diagnostics and pharmacy Institute of live systems at the North-Caucasian federal university.
Phone: +7(8652)35-50-68.
E-mail: Tatiana_bond_st@mail.ru.
6. Chervyakov Nikolay Ivanovich,
doctor of technical sciences, professor, head of the department of applied mathematics and mathematical modeling at the North Caucasus Federal University.
Phone: (8652) 95-68-00, (доб. 49-32)
7. Chihichin Vasily Vasil'yevich,
candidate of geographical science, assistant professor of the department of social and economic geography, geoinformatics and tourism at the North Caucasus Federal University.
Phone: 8-905-496-26-10.
E-mail: wawachi@yandex.ru.

8. Chipiga Alexander Fedorovich,
candidate of technical sciences, professor, head of information security of the automated systems at the North Caucasus Federal University.
Phone: 8-962-400-76-63.
E-mail: chipiga.alexander@gmail.com
9. Deryabin Mihail Ivanovich,
doctor of physics and mathematics, professor, head of scientific direction «Optics and Spectroscopy» at the North Caucasus Federal University. Phone: (8652) 75-35-70. E-mail: m.i.deryabin@rambler.ru
10. Dzhandarova Tamara Ismailovna,
doctor of biological sciences, professor of anatomy and physiology of the Institute of living systems at the North Caucasus Federal University.
Phone: 8-903-418-39-54.
E-mail: Djandarova@yandex.ru.
11. Galay Boris Fedorovich,
doctor of geological-mineralogical sciences, professor, professor of faculty «Construction» the institute of construction, transport and engineering at the North Caucasus Federal University.
Phone: 8-962-451-31-63.
E-mail: galaybf@mail.ru.

12. Galay Oleg Borisovich,
the student of a speciality «Applied Geology» of faculty
«Geology of oil and gas» the oil and gas Institute at the North
Caucasus Federal University.
Phone: 8-962-451-31-63.
E-mail: galaybf@mail.ru.
13. Gluschenko Ivan Valerievich,
postgraduate student of the department of social and economic
geography, geoinformatics and tourism at the North
Caucasus Federal University.
Phone: 8-988-112-90-65.
E-mail: gluschenko.ivan@mail.ru.
14. Golovanov Konstantin Sergeevich,
assistant at geology of oil and gas department at the North
Caucasus Federal University.
Phone: 8-918-805-70-90
E-mail: kos9689gks@mail.ru
15. Gubareva Lubov Ivanovna,
doctor of biology science, professor, head of research and
educational laboratory «Environmental Psychophysiology»,
professor of department of anatomy and physiology at the
North Caucasus Federal University.
Phone: 8-962-499-22-00.
E-mail: l-gubareva@mail.ru.

16. Kharchenko Vladimir Mikhailovich,
doctor in geological and mineralogical sciences, docent at
geology of oil and gas department at the North Caucasus
Federal University.
Phone: (8652) 94-60-79, 94-72-38
E-mail: gng@ncstu.ru.
17. Kovaleva Tatiana Gennadevna,
graduate student of the department of physical geography
and cadastre at the North Caucasus Federal University.
Phone: 8-928-300-20-50.
E-mail: tatyana.kovaleva24@mail.ru.
18. Lifanova Evgenia Igorevna
the applicant's degree at the North Caucasus Federal Univer-
sity. Phone: 8-962-028-84-58. E-mail: lifa_nova@mail.ru.
19. Loginov Dmitry Vladimirovich, doctor of physics and math-
ematics, senior lecturer of department of solid state physics,
Petrozavodsk State University. Petrozavodsk.
Phone: (8142) 71-96-54.
E-mail: logindm@mail.ru.
20. Loginova Svetlana Vladimirovna,
doctor of physics and mathematics, associate professor of
department of solid state physics, Petrozavodsk State Uni-
versity. Petrozavodsk.
Phone: (8142) 71-96-63.
E-mail: svlog@petsu.ru.

21. Markov Dmitry Mikhailovich,
graduate student department of information security of automated systems at the North Caucasus Federal University.
Phone: 8-918-754-52-56.
E-mail: dmitri__13@mail.ru.
22. Molchatsky Sergey L'vovich,
candidate physics and mathematics sciences, associate professor of department «Chemistry, geography and technique of their teaching». Samara State Academy of Social Sciences and Humanities. Samara.
Phone: (846) 224-26-88, (846) 224-07-57
E-mail: RVSN3213@mail.ru.
23. Naats Igor Eduardovich,
doctor of physical-mathematical sciences professor, leading researcher of the institute of training and scientific-pedagogical personnel at the North Caucasus Federal University.
Phone: (8-652) 35-21-10 (1154).
E-mail: naatsie@yandex.ru.
24. Nastatuha Daria Sergeevna,
student direction «Geography» at the North Caucasus Federal University.
Phone: 8-928-305-39-44.
E-mail: daria.nastatukha@mail.ru

25. Novikova Galina Albertovna,
doctor of biology science, senior lecturer of Institute of pedagogics and psychology of Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov. Arkhangelsk.
Phone: 8-921-297-51-64.
E-mail: novikgali@mail.ru.
26. Novikova Lyubov Albertovna,
doctor of biology science, lecturer of Arkhangelsk medical college. Arkhangelsk.
Phone: 8-921-291-38-97.
E-mail: lubovnovikova@mail.ru.
27. Pikulev Vitaly Borisovich,
doctor of physical-mathematical sciences, associate professor of department of solid state physics, Petrozavodsk State University. Petrozavodsk.
Phone: (8142) 71-96-63.
E-mail: pikulev@petsu.ru.
28. Plakhtyukova Victoria Sergeevna,
postgraduate student, of faculty «Construction» the institute of construction, transport and engineering at the North Caucasus Federal University.
Phone: 8-961-482-17-42.
E-mail: pl_victoriya@mail.ru.

29. Serbin Vitaliy Victorovich,
postgraduate of faculty «Construction» the institute of construction, transport and engineering at the North Caucasus Federal University.
Phone: 8-919-739-08-61.
E-mail: serbin_vitaliy@mail.ru.
30. Shabanova Svetlana Sergeevna,
graduate student of the institute of anatomy and physiology of living systems at the North Caucasus Federal University.
Phone: 8-920-676-74-56.
E-mail: sveta403_89@mail.ru.
31. Shalnev Viktor Alexandrovich,
doctor of geographical sciences, professor of the department of physical geography and cadastre at the North Caucasus Federal University.
Phone: 8 -962-447-05-24.
E-mail: V470524@yandex.ru.
32. Soloviev Andrey Gorgonevich,
doctor of medical sciences, professor, professor of psychiatry honorary scholar of higher professional education, chief, department of psychiatry and clinical psychology Northern State Medical University. Arkhangelsk.
Phone: 8-921-720-34-58.
E-mail: ASoloviev@nsmu.ru,
Copy: ASoloviev1@yandex.ru.

33. Stepanenko Alexander Viktorovich,
graduate student department of information security of automated systems at the North Caucasus Federal University.
Phone: 8-906-470-54-71.
E-mail: sasch91@mail.ru.
34. Svetlitskaia Julia Sergeevna,
student of the medical biochemistry at department of the medical biochemistry, clinical laboratory diagnostics and pharmacy Institute of live systems at the North Caucasus Federal University.
Phone: 8-988-113-45-85.
E-mail: julia_kravcova2013@mail.ru.
35. Svetlitskiy Kirill Sergeevich,
post graduate student of the medical biochemistry, clinical laboratory diagnostics and pharmacy Institute of live systems at the North-Caucasian Federal University.
Phone: +7(988)-733-81-89.
E-mail: kirill.svetlitskiy@mail.ru.
36. Voloshina Tatiana Vladimirovna,
manageress of educational and laboratory complex at department of geophysical methods of prospecting and exploration of mineral deposits at the North Caucasus Federal University.
Phone: (8652) 94-01-56, 94-25-16
E-mail: gmpr@ncstu.ru.

37. Yartseva Elena Pavlovna,
candidate of physical-mathematical sciences, senior lecturer,
department of mathematical analysis Institute of mathematics
and natural Sciences at the North Caucasus Federal University.
Phone: 8-918-759-23-15
E-mail: yartseva_elena@mail.ru
38. Zenin Denis Igorevich,
graduate student at department of geophysical methods of
prospecting and exploration of mineral deposits at the North
Caucasus Federal University.
Phone: 8-918-860-41-67
E-mail: jared2haze@gmail.com
39. Zhdanova Natal'ya Vladimirovna,
candidate of physics and mathematical sciences, associate
professor of the department of physics, electrical engineering
and electronics, institute of electric power engineering, electronics
and nano-technologies at the North Caucasus Federal
University.
Phone: (8652) 94- 40-71. E-mail: zhdanova_n@rambler.ru.
40. Zolnikova Julia Fedorovna,
candidate of geographical sciences, associate professor, associate
professor of the department of social and economic
geography, geoinformatics and tourism at the North Caucasus
Federal University.
Phone: 8-928-631-88-30. E-mail: zolnst@mail.ru

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ И СДАЧЕ РУКОПИСЕЙ В РЕДАКЦИЮ

Редакция журнала сотрудничает с авторами — преподавателями вузов, научными работниками, аспирантами, докторантами и соискателями ученых степеней. Журнал публикует материалы в разделах:

- «Физико-математические науки» (01.01.00 Математика, 01.04.00 Физика);
- «Науки о Земле» (25.00.00 Науки о Земле);
- «Биологические науки» (03.01.00 Физико-химическая биология, 03.03.00 Физиология).

Материалы в редакцию журнала принимаются в соответствии с требованиями к оформлению и сдаче рукописей постоянно и публикуются после обязательного внутреннего рецензирования и решения редакционной коллегии в порядке очередности поступления, с учётом рубрикации номера.

Редакция принимает от авторов рукописи и сопутствующие им необходимые документы в следующей комплектации:

1. Рукопись в печатной и электронной форме.
2. Отзыв научного руководителя (для аспирантов, адъюнктов и соискателей).
3. Рецензия специалиста в данной научной сфере, имеющего ученую степень.
4. Экспертное заключение и экспертный контроль.
5. Лицензионный договор на право использования научно-го произведения в журнале и сети Интернет.

МАТЕРИАЛЫ
ДОЛЖНЫ СООТВЕТСТВОВАТЬ
СЛЕДУЮЩИМ ТРЕБОВАНИЯМ:

1. РУКОПИСЬ

Объем: 6–15 страниц (допускается превышение объема по согласованию с редакцией),

Формат бумаги: А4;

Поля: верхнее — 2 см, нижнее — 2 см, правое — 2 см, левое — 1,5 см;

Кегль: 14 пт;

Шрифт: Times New Roman;

Межстрочный

интервал: 1,5 пт;

Нумерация

страниц: внизу страницы по центру;

Первая строка: отступ 1,25 см.

Переносы в словах либо не употреблять, либо пользоваться командой «расстановка переносов». Необходимо различать в тексте дефис (-) (например, черно-белый, бизнес-план) и тире (—).

Статья должна быть оформлена в соответствии с приведенным ниже образцом и иметь все указанные элементы. Разделы и подразделы статьи (если они необходимы) выделяются прямым полужирным шрифтом.

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ:

Биологические науки

УДК

Иванов И. И. [Ivanov I. I.]**Название** (на русском языке)**Title** (English)

Аннотация: 100–150 слов

Ключевые слова: 5–8 слов

Abstract:**Key words:**

Текст статьи. Текст статьи. Текст статьи. Текст статьи (рис. 1).
Текст статьи. Текст статьи. Текст статьи. Текст статьи. Текст статьи. Текст статьи [1].

Рис. 1. Название рисунка.

Текст статьи. Текст статьи (табл. 1). Текст статьи. Текст статьи.
Текст статьи. Текст статьи. Текст статьи. Текст статьи. Текст статьи. Текст статьи.

Таблица 1. НАЗВАНИЕ ТАБЛИЦЫ

Текст статьи. Текст статьи. Текст статьи. Текст статьи. Текст
статьи. Текст статьи. Текст статьи. Текст статьи. Текст статьи.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Литература в соответствии с ГОСТ.

ОБ АВТОРАХ

Иванов Иван Иванович, доктор ... наук, профессор кафедры
... .. университета. Телефон: (...) ..- ..-... E-mail: ... (сначала все
авторы на русском языке)

Ivanov Ivan Ivanovich, Doctor of ... Science, professor of the
Department ... University. Phone: (...) ..- ..-... E-mail: ...

Рисунки и таблицы вставляются в тексте в нужное место. Ссылки в тексте на таблицы и рисунки обязательны. Каждый рисунок предоставляется также в отдельном файле (формат *.ai, *.eps, *.jpeg, *.tiff).

Рисунки нумеруются снизу (Рис. 1. Название) и выполняются в графическом редакторе 14 кеглем, полужирным шрифтом, междустрочное расстояние – одинарное. Все надписи на рисунках должны читаться.

Рисунки должны быть оформлены с учетом особенности черно-белой печати (рекомендуется использовать в качестве заливки различные виды штриховки и узоров, в графиках — различные типы линий, разное оформление точек, по которым строится график). Цветные и полутонные рисунки не допустимы. Оси графиков должны иметь название и единицы измерения. За качество рисунков или фотографий редакция ответственности не несет.

Формулы выполняются в программе редактор формул MathType 12 кеглем, выравниваются по центру. Их номера ставятся при помощи табулятора в круглых скобках по правому краю.

Таблицы должны иметь название. Таблицы нумеруются сверху (Табл. 1), выравниваются по правому краю и выполняются 14 кеглем, полужирным шрифтом. Название таблицы выполняется 14 кеглем, выравниваются по центру таблицы, полужирным шрифтом, междустрочное расстояние — одинарное. Ширина таблицы должна быть не более 16 см.

Библиографический список (НЕ ЛИТЕРАТУРА!) размещается в конце статьи. В нем перечисляются все источники, на которые автор ссылается в статье, с полным библиографическим аппаратом издания (в соответствии с ГОСТ Р 7.0.5–2008). Ссылки указываются в квадратных скобках и оформляются в соответствии со следующим шаблоном:

— для книг: Автор. Название. Город: Изд-во, год.

Например: Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. М.: Наука, 1987.

— для трудов конференций, сборников трудов и других коллективных публикаций (в том числе, не имеющих титульных авторов): Автор. Название // Название конференции: Название сборника трудов. Город: Изд-во, год.

Например:

1. Брыкалов А.В., Романенко Е.С. Применение полифункциональных олигомеров вулканизаторов в качестве биостимуляторов роста растений // Современные достижения био-технологии: Материалы Первой конф. Северо-Кавказского региона. Ставрополь, 1995. С. 9.
 2. Вычислительные методы линейной алгебры: Тр. I Всесоюзной конференции. Новосибирск: Вц СО АН СССР, 1969.
 3. Сборник задач по численным методам / Сост. Н.А. Стрелков. Ярославль: Изд-во Яросл. ун-та, 1988.
 4. Численный анализ на ФОРТРАНе / Под ред. В.В. Воеводина. Вып. 17. М.: Изд-во МГУ, 1976.
- для статей в журналах, сборниках трудов и других коллективных публикациях: Автор. Название статьи // Журнал. Год. №. С. (номер первой — номер последней страницы).

Например: 1.

- Абрамов А.А. О численном решении некоторых алгебраических задач, возникающих в теории устойчивости // ЖВМ и МФ. 1984. № 3. С. 339–347.
- для электронных ресурсов: обязательно указывать сведения об авторе, сайте/цифровом носителе, URL и дату обращения.

Например: 1.

- Распоряжение Правительства РФ от 6 сентября 2010 г. №1485-р «О Стратегии социально-экономического раз-

вития Северо-Кавказского федерального округа до 2025 г.». [Электронный ресурс]. Доступ из справ.-правовой системы «Консультант-плюс».

2. Бадыштова И.М. Специфика домохозяйств трудовых мигрантов в России // Социс. 2002. №9. URL: http://2001.isras.ru/SocIs/SocIsArticles/2002_09/Badystova.doc (дата обращения: 19.09.2007).

Примечания, сноски (если необходимы) имеют сквозную нумерацию.

Автор несет ответственность за точность приводимых в его рукописи сведений, цитат и правильность указания названий книг в списке литературы!

Печатный экземпляр рукописи статьи должен быть прошит и пронумерован, подписан всеми авторами и соавторами статьи с обратной стороны последней страницы (указывается количество страниц, ФИО и подписи). Допускается предоставление непрошитой, но пронумерованной и подписанной на каждой странице рукописи.

CONTENTS

PHYSICAL AND MATHEMATICAL SCIENCES

Zhdanova N.V., Deryabin M.I.	
Spectrum and kinetics of dibromdibenzotiofen phosphorescence in n-hexanes at 77 K	7
Loginova S. V., Loginov D. V., Pikulev V. B.	
Building 3D structure models of electroactive modified microcrystalline cellulose by the Debye method	17
Naats I. E., Yartseva E. P.	
Methods of approximation of summable functions on the basis of the integral of Stieltjes with respect to applied analysis	33
Chipiga A. F., Markov D. M., Stepanenko A. V.	
Determination of precise coordinates stationary receiver GPS/GLONASS	47
Chervyakov N.I., Lifanova E. I.	
Presentation of the text information for the analysis of text tonality by artificial neural network. The implementation of private dictionary method	63

EARTH SCIENCES**Belozerov V.S.,****Chihichin V.V., Gluschenko I.V.**Regional peculiarities of ethnic migrations in the
North Caucasus 71**Galay B. F., Serbin V. V.,****Plakhtyukova V. S., Galay O. B.**

Genetic analysis covering loams of Stavropol 93

Golovanov K. S., Kharchenko V. M.,**Voloshina T. V., Zenin D. I.**Theoretical foundations and detection technol-
ogy of zones of abnormally high pressures (for
example, objects of the azov kuban cavity, the
Kumo-Manych cavity and the Junction zone of
the caspian cavity and the Karpinski ridge) 107**Zolnikova J.F.**Formation of a sanatorium-resort complex com-
plex region Caucasian mineral Waters in the 1920
years of the twentieth century 121**Shalnev V.A., Kovaleva T.G.,****Nastatukha D.S.**Ancient glaciation and transformation of altitudinal
zones of medium and high mountain landscapes
of Western Caucasus (for example, Gondaray
Valley) 133**BIOLOGICAL SCIENCES****Andrusenko S.F., Bagday I.V.**Development of optimum methods of regenera-
tion of the semi-fluid nutrient medium 147

**Bondar T.P., Svetlitskiy K.S.,
Svetlitskaia J.S., Aseeva O.A.**

Evaluation of biochemical parameters of offspring
of female rats at different ages receiving high-
protein, fortified with calcium and vitamin D, dairy
product 157

Dzhandarova T.I., Shabanova S.S.

Daily dynamics of blood transaminase under nor-
mal light conditions and modified under the influ-
ence of alcoholic beverages 167

Molchatsky S.L. Research of structure of hypothalamic nuclei of
animals by methods of fractal geometry 173

**Novikova G. A., Soloviev A. G.,
Gubareva L. I., Novikova L. A.**

Indicators modality of cerebral hemodynamics
teenagers with beer consumption 183

Научное издание

НАУКА. ИННОВАЦИИ. ТЕХНОЛОГИИ

2016

Выпуск 1

Корректор — Толмачев М.И.

Компьютерная верстка — Полевич О.Г.

Подписано в печать 17.03.2016. Формат 70 × 108 1/16.
Гарнитура Times New Roman. Бумага офсетная. Усл. печ. л.
19,78. Тираж 1 000 экз.

Отпечатано в Издательско-полиграфическом комплексе
ФГАОУ ВПО «Северо-Кавказский федеральный университет».
355029, г. Ставрополь, пр-т Кулакова, 2.